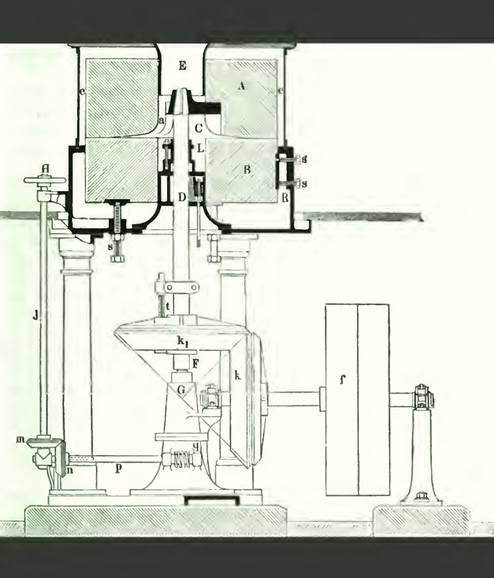
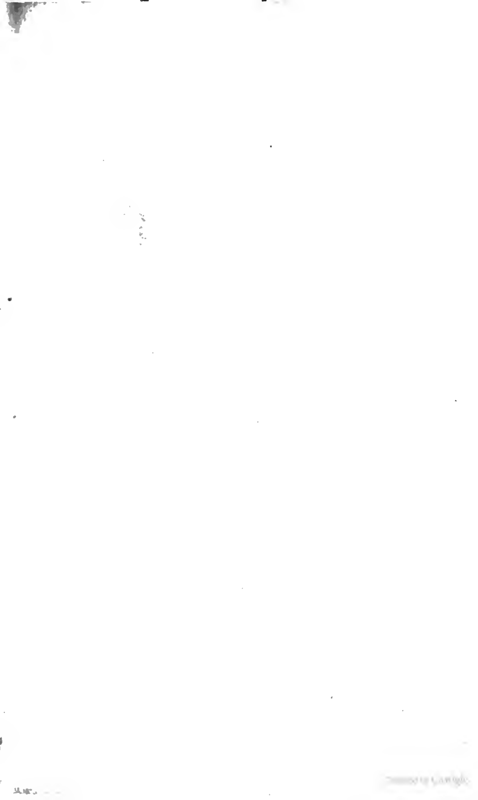


Die Fabrikation des Papiers nebst gewinnung der Fasern ...

Egbert von Hoyer


SIGILLVM ACADEMIAE HARVARDIANAE IN NOV ANG
VE
RI
TAS
CHRISTO ET ECCLESIAE



Holzstiche
aus dem xylographischen Atelier
von Friedrich Vieweg und Sohn
in Braunschweig.

Papier
aus der mechanischen Papier-Fabrik
der Gebrüder Vieweg zu Wendhausen
bei Braunschweig.

Handbuch

der

chemischen Technologie

In Verbindung
mit
mehreren Gelehrten und Technikern bearbeitet
und herausgegeben
von

Dr. P. A. Bolley,
weil. Professor der technischen Chemie am Schweizerischen Polytechnikum in Zürich.

Nach dem Tode des Herausgebers fortgesetzt
von

Dr. K. Birnbaum,
weil. Hofrath und Professor der Chemie an der technischen Hochschule in Karlsruhe.

Acht Bände,
die meisten in mehrere Gruppen zerfallend.

Sechsten Bandes fünfte Gruppe, erste Abtheilung:

Die Fabrikation des Papiers.

Mit zahlreichen eingedruckten Holzstichen.

Braunschweig,
Druck und Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn.
1887.

Die

Fabrikation des Papiers

nebst

Gewinnung der Fasern aus Ersatzstoffen,

insbesondere

aus Holz, Stroh und Alfa

sowie die

Fabrikation der Pappe, des Buntpapiers, des Pergamentpapiers, der Tapeten u. s. w.

und

Anleitung zur Prüfung

des

Papiers auf seine Eigenschaften und Zusammensetzung

von

Egbert Hoyer,

ord. Professor der mechanischen Technologie an der Königlich technischen Hochschule zu München.

Mit zahlreichen eingedruckten Holzstichen.

Braunschweig,

Druck und Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn.

1887.

Vorwort.

Die Technik der Papierfabrikation und ihrer Nebenzweige setzt sich aus einer großen Reihe von Prozessen zusammen, die sich zwar größtentheils getrennt vollziehen, doch in bestimmter Weise in einander greifen und im gleichen Maße chemischer und mechanischer Natur sind.

Ein Buch, welches diese Technik wissenschaftlich behandeln soll, hat demnach in erster Linie die Aufgabe und den Zweck, die sämmtlichen zur Papierfabrikation nothwendigen, vielfach nur durch Gewohnheit und Erfahrung entstandenen, ausgebildeten oder beibehaltenen Vorgänge, Prozesse, Apparate, Werkzeuge und Maschinen einzeln, sowie in ihrem Zusammenhange und ihrer gegenseitigen Beziehung zu einander zu erörtern, mit Hülfe der chemischen und mechanischen Gesetze auf ihr Wesen zu prüfen und mit diesen Gesetzen und ihren Lehren in Einklang zu bringen. Da auf diesem Wege außerdem am sichersten ein volles Verständniß für alle Theile der Fabrikation und die Möglichkeit gewonnen werden kann, eine Entscheidung über die Wahl der Arbeitsmittel zu treffen, die Fortschritte in der Fabrikation kritisch zu verfolgen, zu würdigen und nutzbar zu machen, welche Hand in Hand mit der schnellen Entwickelung der angewandten Chemie und Mechanik so zahlreich zu verzeichnen sind, so liegt auch dem vorliegenden Werke obige Auffassung zu Grunde. — Es behandelt die Papierfabrikation und ihre Abzweigungen (Fabrikation der Pappe, des Buntpapiers, der Tapeten, des Pergamentpapiers 2c.) mit dem Ziele, neben der Theorie aller hierher gehörender Arbeiten an der Hand der durch die Praxis gewonnenen Erfahrungen die zahlreichen Arbeitsprozesse mit ihren Mitteln in der neuesten Gestaltung zu beschreiben und zwar in der naturgemäß durch die Reihenfolge der Prozesse selbst vorgezeichneten Anordnung, sowie in einer Ausdehnung, welche einerseits ein eingehendes Studium ermöglicht, andererseits alle Weitschweifigkeit umgeht. — Die Erkenntniß dieses Umfanges gewann der Verfasser zum Theil durch regen Verkehr mit Praktikern, zum Theil durch vielfache persönliche Wahrnehmung in großen und kleinen Papier= 2c. Fabriken und lebhaften Gedankenaustausch mit Fachmännern, weshalb es

ihm Bedürfniß ist, für das dort überall gefundene allseitige freundliche Entgegenkommen hier den wärmsten Dank auszusprechen. Insbesondere gilt dieser Dank denjenigen Fabrikanten der hier in Betracht kommenden Maschinen, welche durch Ueberlassung von Zeichnungen neuester, bewährter Ausführungen zur Herstellung der im Buche vorhandenen Figuren eine überaus werthvolle Unterstützung liehen.

Von hervorragendster Bedeutung für die Papierindustrie ist der Ersatz der Hadernfasern durch andere Stoffe, vor Allem durch Holzfasern, geworden und damit, in Folge der Massenverwendung letzterer, die Frage nach der Grenze ihrer Verwendbarkeit, sowie nach einer zuverlässigen Methode zur Untersuchung und Prüfung des Papiers. Aus diesem Grunde und dieser Bedeutung entsprechend, enthält das vorliegende Buch eine Darstellung über die Gewinnung der Ersatzstoffe in einer Ausführlichkeit, wie sie bis jetzt in keinem Buche angetroffen wird. — Langjährige Arbeiten auf dem Gebiete der Papierprüfung ließen den Verfasser die Grundlage einer Prüfungsmethode gewinnen, welche 1882 durch die Broschüre — „Das Papier, seine Beschaffenheit und deren Prüfung" — bekannt gemacht und allgemein angenommen, zur Beantwortung obiger Fragen als Ausgangspunkt für das betreffende Kapitel dieses Buches diente, das einzufügen um so mehr Berechtigung haben dürfte, als in neuester Zeit die Ansprüche an die Papiere für bestimmte Gebrauchszwecke auf Grund dieser Methode sich zu regeln beginnen und der Fabrikant daher in der Lage sein muß, solche Prüfungen selbst vorzunehmen.

Auf einem Industriezweige von solcher Bedeutung und Ausdehnung, wie dem der Papierfabrikation, kann ebenso wenig eine lebhafte Erörterung aller einschlägigen Fragen, als die ungemein angewachsene Zahl von Vorschlägen und Erfindungen überraschen, welche zur Vervollkommnung der Technik entstehen und in Monographien, Zeitschriften, Patentblättern &c. bekannt werden. Wenn auch selbstverständlich diese Literaturerzeugnisse volle Beachtung von Seiten des Verfassers erfuhren, so mußte letzterer doch andererseits auf die Angabe aller Quellen verzichten, um das Buch nicht zu umfangreich werden zu lassen, und sich vielmehr auf die Zusammenstellung der hauptsächlich benutzten Literatur am Schlusse des Werkes vor dem Inhaltsverzeichniß beschränken.

München, im Juli 1887.

Der Verfasser.

Inhalt.

Seite



Einleitung.

Ursprung, Geschichte, Statistik und Eigenschaften des Papiers.

Papyrus-Schreibblätter.

Unter Papier (papier, *paper*) versteht man ein Fabrikat, welches in Blättern von sehr verschiedenen Dicken und Größen durch Verfilzung feiner Fasern in der Weise erzeugt wird, daß man geeignete Fasern mit Wasser zu einem dünnen Brei anrührt und dann, unter Entziehung des Wassers vermittelst eines Siebes, auf der Oberfläche dieses letzteren durch Schütteln zu einer auf demselben liegenbleibenden, fest zusammenhängenden, blattartigen Masse verfilzt. — Je nach der Dicke des Erzeugnisses unterscheidet man insbesondere Papier und Pappe, indem man mit ersterem Namen diejenigen Blätter bezeichnet, deren Dicke noch ohne Brechen ein Falten gestattet.

Der Name Papier ist ägyptischer Abstammung und einem Worte entlehnt, mit dem in Aegypten ursprünglich eine Schilf- oder Binsenpflanze bezeichnet wurde, welche früher dort in ungeheurer Menge wuchs und das Material zur Anfertigung zahlreicher Gebrauchsgegenstände lieferte. In erster Linie diente dieses Schilf zur Anfertigung von Flechtwerken aller Art (Körbe, Matten, Vorhänge, Segel, Sandalen, Taue ꝛc.) und führte, da im Aegyptischen die Pflanze „πά“ und das Zeitwort flechten „βίρ“ heißt, wegen dieser ersten Hauptverwendung den Namen „πάβιρ“, also Flechtpflanze. Als dann später diese Hauptverwendung nachließ und der Stengel überwiegend zur Anfertigung von Schreibblättern Benutzung fand, übertrug man den Namen der Pflanze auf diese Blätter, behielt ihn aber auch bei zur botanischen Benennung der Pflanze in Cyperus papyrus *L.* und Papyrus Antiquorum *W.*, sowie in Papierschilf und in Papyrusstaude, wenn auch diese Bezeichnung nicht ganz zutreffend ist, weil die Pflanze nicht zu den Stauden gehört.

Der Stengel dieses Schilfes wächst zu der bedeutenden Höhe von 3 bis 4 m auf, hat einen dreieckigen Querschnitt und wird so dick, daß die Dreiecksseiten

im Mittel 10 bis 12 cm, oft 15 cm messen. Zum Zwecke des Verflechtens befreite man denselben zunächst von der knorrigen Wurzel, schnitt ihn der Länge nach in Streifen und verarbeitete diese, oft gefärbt, wo möglich in halbfeuchtem Zustande.

Die wichtigste Verwendung erfuhr jedoch diese Pflanze, als man gelernt hatte, aus ihrem Stengel jene Blätter herzustellen, von welchen noch nach Jahrtausenden eine größere Anzahl aus den Gräbern der Aegypter in meist aufgerolltem Zustande wieder ans Tageslicht gebracht ist, und uns über die Geschichte, Kulturzustände, Sprache und Gebräuche dieses alten merkwürdigen Volkes die interessantesten Aufschlüsse giebt, jene Blätter, die wir Papyrusrollen oder kurz Papyrus nennen und als die Grundlage der Aegyptologie so hoch schätzen, insbesondere aber als das erste künstlich angefertigte Schreibmaterial bewundern.

Es wird wohl kaum der Zeitpunkt ermittelt werden können, wann die Aegypter die Kunst erfanden, aus den Stengeln ihrer Flechtpflanze diese Schreibblätter anzufertigen, welche Jahrtausende zu überdauern im Stande waren, da unaufhörlich neue Gräberfunde die Zeit ihres Gebrauchs immer weiter zurücklegen; nur ist durch die zu Tage geförderten zahlreichen Rollen zweifellos nachgewiesen, daß dieses Volk bereits unter Thutmes III. im 16. Jahrhundert vor Christo (Papyrus Ebers), wahrscheinlich aber schon während der vierten Dynastie (2800 v. Chr.) Papyrus zum Beschreiben und Bemalen benutzte. — Mit größter Bestimmtheit dahingegen ist die Anfertigung dieser Blätter ermittelt. In erster Linie verdanken wir Plinius (XIII.) darüber Nachrichten, welche, durch später erfolgte Untersuchungen ergänzt und zurechtgestellt (Blümner, Gewerbe und Künste der Griechen und Römer, I. Bd., S. 308 rc.), Nachstehendes über die gewerbsmäßige Fabrikation ergeben.

Die erste Arbeit bestand in der Entfernung der unbrauchbaren Wurzeln und der oberen blatttragenden Theile, sowie einem Zerschneiden in der Weise, daß man das Mittelstück in einer Länge gewann, welche der Breite des Schreibblattes gleichkam. Die unten und oben abfallenden Enden konnten nämlich deshalb nicht benutzt werden, weil der untere Theil des Stengels zu saftreich und zu porös und der obere Theil zu schmal war; sie dienten aber als Nahrungsmittel, zu Flechtarbeiten rc. Das Mittelstück wurde dann erst sorgfältig durch Schälen von der Haut, beziehungsweise Rinde, befreit und dadurch ein dreieckiges Prisma gewonnen, welches, als das Mark der Pflanze, aus einem äußerst gleichmäßigen Zellengewebe bestand. Entweder parallel einer oder den drei Längsseiten dieses Markprismas oder in der Richtung von einer Kante auf die Mitte der gegenüberliegenden Seite schnitt man nun mit einem scharfen nadelartigen Werkzeuge dünne Streifen von gleicher Dicke bis auf einen kleinen Rest ab, und ordnete diese nach ihrer Breite, um möglichst gleich breite Streifen zu einem Schreibblatt zu verwenden. Sodann wurden diese Streifen an den Rändern gerade geschnitten und auf einem mit Nilwasser benetzten Brette, mit den Längskanten an einander zu einer ununterbrochenen, ebenen Fläche zusammengefügt. Auf dieser ersten Schicht bildete man dann eine zweite dadurch, daß man gleiche Streifen, ebenfalls angefeuchtet, der Quere nach darauf legte. Das aus solchen zwei Schichten gebildete Blatt wurde, nachdem man vorher die entstan-

denen Unebenheiten durch Ueberreiben mit einem Zahn, einem Elfenbeinstück oder einer glatten Muschel beseitigt (das Blatt geglättet) hatte, von dem Brette abgehoben und dann entweder gepreßt oder mit einem schweren Hammer geschlagen und endlich an der Sonne getrocknet. Zur Anfertigung von Rollen leimte man diese Blätter mit den Rändern über einander, wodurch es möglich war, Rollen von beliebiger Länge hervorzubringen, die übrigens stets nur die Breite besaßen, welche der Länge des Stengelabschnittes entsprach, aus dem man die Streifen geschnitten hatte. (Der Papyrus Ebers' aus dem Jahre 1552 v. Chr. ist 0,3 m breit und 20,3 m lang.)

Bei dieser sehr einfachen Herstellungsweise bewirkte die Verklebung der einzelnen Streifen auf einander offenbar ein Klebstoff, welcher dem Zelleninhalt der Pflanze eigenthümlich war und aus einem zuckerartigen Safte bestand, der zugleich die Veranlassung gab, daß man einen Theil des Stengels als Nahrungsmittel verwendete und mit Vorliebe kaute. Da jedoch mikroskopische Untersuchungen, auch in ägyptischen Papyrusfragmenten, die Anwesenheit von Stärke nachgewiesen haben, so steht, wenn diese Stärke nicht im Safte der Pflanze vorkommt, was bis heute nicht untersucht ist, fest, daß sich die Aegypter zum Verkleben auch bereits eines glutinösen Mittels bedienten.

Die eben geschilderte Anfertigung von Schreibblättern aus dem Papyrusschilfe, welche zu Zeiten Alexander's des Großen (336 bis 323 v. Chr.) ganz allgemein in Gebrauch kamen, hatte ihren Hauptsitz in Alexandria, wo das Bedürfniß nach Schreibmaterial ein außerordentlich großes gewesen sein muß, wenn man sich an Ort und Stelle nur so weit damit versehen wollte, als die ungeheure Ausdehnung der dortigen Bibliothek erforderlich machte. Später fand dieselbe jedoch auch außerhalb Aegyptens, insbesondere bei den Griechen und Römern Eingang. Die Griechen nannten die Blätter jedoch öfter und gewöhnlicher *βιβλος* oder *χαρτος*, während bei den Römern für das fertige Blatt der Name Charta und bezüglich der Herstellung für die erste untere Schicht die Benennung Scheda, für die zweite Traversa, für das Blatt Plagula und für das mit dem Zahne (Dens) geglättete Charta dentata eingeführt wurde. Beide Völker bedienten sich jedoch von Anfang an zum Zusammenkleben der Streifen eines Kleisters, den sie aus dem feinsten Staubmehl (Flos pollinis) mittelst kochenden Wassers und einem geringen Zusatze von Essig, oder für die feinsten Sorten dadurch herstellten, daß sie die Krumen von gesäuertem Brote in siedendem Wasser auflösten. Oft auch wurden die Blätter noch nachträglich mit dieser sorgfältig durchgeseiheten Flüssigkeit mehrere Male von Leimern (Glutinatores) getränkt, um das Durchschlagen der Schreibflüssigkeit zu vermeiden. Doch geschah dieses Tränken abwechselnd mit einem Trocknen und Schlagen mit Hämmern zur Erzeugung einer größeren Dichtigkeit.

Daß bei den alten Völkern, namentlich den Griechen und Römern, schon in der Erzeugung und in der Auswahl des Rohmaterials, je nachdem man breite oder schmale Streifen und solche aus dem mittleren, oberen oder unteren Theile des Stengels nahm, besonders aber nach der Größe der Blätter ein großer Unterschied bestand, durch welchen die Güte und der Werth der Papyri bestimmt wurde, geht deutlich aus der Mittheilung hervor, daß dieselben neun Sorten

zählten. Die beste Sorte, welche 33 cm Breite hatte, wurde in Aegypten ursprünglich für die heiligen Bücher angefertigt und hieß deshalb der heilige oder hieratische Papyrus (Charta hieratica). Nachdem dann Rom das Reich der Lapiden unterjocht hatte, wurden die besseren Sorten nach den Cäsaren und berühmten Römern benannt, indem die Papyri erster und zweiter Klasse mit 33 cm Breite den Namen Charta Augusta, Claudia, Liviana, Corneliana etc. erhielten und das Papier der heiligen Bücher mit nunmehr nur 28 cm Breite in die dritte Klasse gestellt wurde. Es folgte ferner 4. Ch. Fanniana (nach dem Namen des Grammatikers Fannius) mit 25 cm Breite; 5. Ch. amphitheatritica (so genannt, weil es in der Nähe des Amphitheaters fabrizirt wurde) mit 23 cm Breite; 6. Ch. saitica von 20 cm Breite (nach dem schlechteren Material aus Saïs, wo der Papyrus massenhaft, aber nicht besonders gut gedieh); 7. Ch. taeneotica, eine gewöhnlich in Taenia erzeugte Sorte mit 18 cm Breite; 8. Ch. emporetica (von Emporium = Handelsplatz) von nur 15 cm Breite und hauptsächlich zum Einwickeln von Waaren bestimmt; 9. Briefpapier oder Ch. epistolaris vom kleinsten Format.

Faserpapier.

Unser Papier, welches mit dem Papyrus nur den Namen gemein hat, da seine Herstellung auf der Verfilzungsfähigkeit zarter Fasern beruht, ist übrigens ebenfalls eine sehr alte Erfindung, die aller Wahrscheinlichkeit von den Chinesen gemacht, sodann von den Japanern, Koreanern, Tibetanern, Hindustanern und anderen asiatischen Völkern, wenn auch in abweichender Weise und mit verschiedenen Faserstoffen, ausgenutzt wurde.

Nach chinesischen Originalwerken stammt diese Erfindung aus dem Jahre 105 v. Chr. und zwar von dem Ackerbauminister Tsai-lün des zur Handdynastie gehörenden Kaisers Han-ho-ti, weshalb das Papier anfangs den Namen Tsai-lün-tschi führte, da ein Schriftblatt in China allgemein tschi genannt wird. Der Sage nach soll dieser Beamte zwar zum Papier bereits verschiedenes Fasermaterial: Baumwolle, Hanf, Stroh, Bambusrohr, Papiermaulbeerbaum, ja selbst abgetragene Kleidungsstücke zu benutzen verstanden haben, allein die Hauptmasse des Papiers wurde und wird in China aus Baumwolle und Bambusrohr erzeugt.

Die Fabrikation des Bambuspapieres beginnt mit der Gewinnung der Fasern aus den erstjährigen Sprossen des Bambus. Zu dem Zwecke werden diese Sprossen in einem gemauerten Behälter abwechselnd mit Lagen von frisch gebranntem Kalk aufgeschichtet und wenn die Grube gefüllt ist, mit Brettern und Steinen beschwert. Nachdem dies geschehen, läßt man Wasser in die Grube laufen, bis sämmtliche Lagen davon bedeckt sind. Unter bedeutender Wärmeentwickelung bildet sich nun zwischen den Bambusschichten eine Kalkmilch, welche das Rohr durchdringt und erweicht, den Pflanzenleim zerstört und die Fasern frei legt, wozu ungefähr 14 Tage erforderlich sind. Nach dieser Maze-

rirung werden die Stengel aus der Kalklauge genommen und so lange mit einem eisernen Schlägel bearbeitet, bis sich nicht nur die grüne Rinde abgelöst, sondern auch die Trennung der Fasern der Länge nach so weit vollzogen hat, daß sich Faserbündel bilden, die mit unseren Flachsristen zu vergleichen sind. Diese Bündel hängt man, nachdem sie in Wasser abgespült sind, zum Trocknen und Bleichen in die Sonne, um sie dann zum zweiten Male einer gleichen, aber weniger langen Mazeration in den Kalkgruben zu unterwerfen. Durch die zweite Mazeration lösen sich noch weitere Leimtheile, so daß nur noch ein Zusammenhang zwischen den langen Elementarzellen bleibt. Um endlich auch diesen aufzuheben nimmt man das Fasermaterial aus der Grube, spült es in Wasser ab, schüttet die gehörig feucht gehaltene Masse auf einen Haufen und überläßt sie hier einer Gährung, welche nunmehr den Pflanzenleim auch zwischen den Zellen so verändert, daß diese nach einer Behandlung mit kochendem Wasser isolirt werden können. Diese Behandlung erfolgt in großen mit Wasser gefüllten Kesseln, deren Inhalt man einen ganzen Tag im Kochen erhält und dann, aus dem Kessel genommen, durch ein sehr sorgfältiges Waschen in fließendem Wasser von allem Kalk und Leim befreit. Darauf in Knäuel zusammengebunden, wird die Fasermasse noch einmal auf gleiche Weise mit einer Lauge gekocht, welche man aus der Asche von Reisstroh bereitet. Wiederum abgespült, bewahrt man das etwa unserem sogenannten Halbzeug entsprechende Material in Gruben auf, nachdem man es mit gekochtem Erbsenwasser angefeuchtet hat und stets feucht hält.

Soll nun aus diesem so vorbereiteten Material Papier hergestellt werden, so unterwirft man dasselbe zunächst einem Zerfeinerungsprozeß, indem man es in großen steinernen Mörsern mit Stampfen, die auf eine eigenthümliche Weise durch Schaukeln Bewegung erhalten, zu einem flüssigen Brei zerstampft. Darauf, gehörig mit Wasser verdünnt, läßt man die milchige Masse in ein hölzernes Gefäß ab und schöpft aus diesem das Papier in gleicher Weise wie bei uns, mittelst Formen, die aus Bambusstäbchen und Seidenfäden hergestellt sind. — Sehr eigenthümlich ist die Vorrichtung zum Trocknen der geschöpften Papierblätter. Sie besteht nämlich aus einem neben der Schöpfbütte aus Ziegeln aufgemauerten Ofen, der in seiner Form mit einer Wand verglichen werden kann, die eine Länge von 4 bis 5 m, eine Höhe von 2 m und eine Dicke von 1,5 m besitzt und an der dem Arbeiter zugekehrten Seite mit einer sehr ebenen und glatten Gypslage bekleidet ist. Der Arbeiter bringt nun mit großer Gewandtheit den Papierbogen an diese Gypswand, welche, durch das im Ofen brennende Feuer stets trocken gehalten, das Wasser begierig auffaugt und von der Wärme unterstützt, das Papier schnell trocknet. Ein größere Zahl von Blättern (gewöhnlich 100) wird dann auf einander geschichtet in eine Hebelpresse gebracht und glatt gepreßt. — Eine Leimung erhält das chinesische Papier selten, nur wird es wohl durch eine gummiartige Abkochung von dem Ko-tong-Strauche oder durch Reiswasser gezogen, um ihm mehr Festigkeit zu geben; auch tränkt man es an einigen Orten mit Alaun (Fan), woher der Name Faniren. — Für die in China schon seit uralter Zeit gebrauchten Tapeten fabrizirt man auf eben angegebene Weise Papierblätter bis 5 m und mehr Länge und bedeutender Breite in Formen, welche an der Decke aufgehängt und über Rollen bewegt werden.

Die Japaner bereiten ihr berühmtes Papier aus der Rinde des Papiermaulbeerbaumes (Kaadsi). Sie schneiden zu dem Zwecke jedes Jahr nach dem Abfallen der Blätter die jungen, mindestens 1 m langen Zweige ab, binden diese zu Bündeln zusammen und kochen sie aufrecht stehend in großen, wohlverschlossenen Kesseln so lange mit Aschenlauge, bis die Rinde sich abzuschälen anfängt. Hierauf nimmt man die Bündel aus dem Kessel, läßt sie abkühlen, spaltet die Zweige, zieht die Rinde ab, spült letztere und sortirt sie nach Alter, Feinheit, Farbe ꝛc. Die abgezogene Rinde wird nun weiter so lange mit Aschenlauge gekocht, bis sie sich zwischen den Fingern zu Pulver zerreiben läßt, darauf nochmals sorgfältig gewaschen, dann auf einen glatten Tisch gelegt und endlich mit Schlagstäben so lange bearbeitet, bis sie die gehörige Feinheit erhalten hat. In diesem Zustande gelangt die langfaserige Masse mit Reiswasser übergossen und gehörig verdünnt in eine große Wanne, welche Aehnlichkeit mit unserer Bütte hat. Aus dieser wird dann mit Formen geschöpft, welche aus feinen Binsen geflochten sind, so daß einzelne Bogen entstehen, welche auf Tischen mit zwischengelegten Rohrstäben aufgehäuft, erst langsam, dann immer stärker gepreßt und schließlich in der Sonne getrocknet werden.

Außer in China und Japan wird auch in Tibet, Korea, Hindostan und anderen asiatischen Ländern das Papier nach Methoden und mit Mitteln erzeugt, welche von den eben beschriebenen wesentlich nicht abweichen.

Die Erzeugung des Baumwollenpapiers schließt selbstverständlich alle diejenigen Arbeiten aus, welche bei den anderen Materialien die Gewinnung der Fasern nothwendig macht, da die Baumwolle von der Natur als isolirte Faser geliefert wird und solcher Vorarbeiten nicht bedarf. Sie beschränkt sich demnach lediglich auf die Herstellung der Papiermasse durch Stampfen, auf das Schöpfen und auf das Trocknen und macht es leicht begreiflich, daß in den Ländern, wo man diese Fabrikation kannte und gelernt hatte und wo die Baumwolle in genügender Menge zur Verfügung stand, die Erzeugung des Baumwollenpapiers Regel wurde, da sie mit weniger Hülfsmitteln und geringerem Zeitaufwande ausgeübt werden konnte.

Aus demselben Grunde ist es erklärlich, daß hauptsächlich dieses insbesondere auch in China und Japan fabrizirte Baumwollenpapier über die Grenzen dieser Länder hinaus bekannt wurde und willige Aufnahme fand, wenn es auch bei der Abgeschlossenheit des himmlischen Reiches nicht auffallen kann, daß dieses Bekanntwerden erst lange nach der Erfindung desselben stattfand, denn zwischen der chinesischen Erfindung des Faserpapiers und dem Bekanntwerden derselben außerhalb des Reiches der Mitte liegen nahezu 700 Jahre.

Zunächst sind es höchst wahrscheinlich die zu den Tataren gehörenden Bewohner des jetzigen Turkestan (der Bucharei), welche in Folge ihrer häufigen Eroberungszüge und Einfälle in China zuerst Kenntniß sowohl von dem Papier als dessen Erzeugung erhielten. In der damaligen Hauptstadt dieses Landstriches, dem Gelehrtensitz Samarkand (von den Alten Macaranda genannt), wurde wenigstens nach zuverlässigen Mittheilungen um die Mitte des siebenten Jahrhunderts n. Chr. Baumwollenfaserpapier nach der in China üblichen Methode angefertigt. — Nicht viel später lernten die Araber auf ihren Streifzügen das Papier

und seine Herstellung kennen, denn ein Araber Namens Josef Amru soll sich schon 706 im Besitze des Fabrikationsgeheimnisses befunden, sowie mit der Erzeugung selbst befaßt haben. Nach der Eroberung von Samarkand (713) verbreiteten die Araber, nachdem sie sofort mit dem diesem Volke eigenen Scharfsinn die hohe Bedeutung dieses Gewerbeproduktes erkannt hatten, die Kenntniß seiner Erzeugung über sämmtliche in ihrem Besitz befindlichen Länder. Da die Ausdehnung der Araberherrschaft sich gegen die Mitte des achten Jahrhunderts vom Arabischen bis zum Mittelländischen Meere, im Osten bis Kurkestan, im Norden bis zum Kaukasus, ferner längs der ganzen nordafrikanischen Küste bis Algerien hinaus erstreckte, außerdem noch einen großen Theil der pyrenäischen Halbinsel, im südlichen Frankreich die Grafschaft Nerbona, sodann Sardinien, Korsika und die Balearen, und somit ein höchst ausgedehntes Handelsgebiet umfaßte, so ist es nicht zu verwundern, daß schon um diese Zeit der Verbrauch von Papier und in Folge davon auch dessen Erzeugung eine außerordentliche Vermehrung erfuhr.

Wohl fast gleichzeitig mit den Arabern erlangten die Griechen durch ihre ausgedehnten Handelsbeziehungen Kenntniß von dem Baumwollenpapier und trieben damit Handel nach den papierbedürftigen Ländern Europas, insbesondere nach Rußland und über Venedig nach den nordwestlichen Ländern. Im neunten Jahrhundert wenigstens war den Griechen dasselbe längst bekannt.

Die Fabrikation des Faserpapiers blieb dennoch lange Zeit hindurch das Monopol der Araber, welche zuerst in Samarkand, später in ihren Hauptstädten Mekka, Medina und vor Allem Damaskus Papierwerkstätten (Papierhäuser) errichteten, während sie in den Städten der eroberten Länder nur große Stapelplätze besaßen. — Von dem damals wohl ausschließlich verwendeten Material, der Baumwolle, erhielt das Papier den Namen Charta cuttunea, Ch. Gossypina und Ch. bombycina; nach dem Hauptfabrikationsort Damaskus wurde es Ch. damascena genannt. In Folge ihrer Vermischung mit den Arabern erlernten die Mauren nun ebenfalls die Fabrikation und so kam dieselbe nach Spanien und Italien, und zwar vermuthlich zu Beginn des neunten Jahrhunderts, denn es wird behauptet, daß sich um diese Zeit in Spanien schon Mühlen befunden haben, welche mit Stampfwerken die Zerkleinerung des Rohmaterials bewerkstelligten.

Mit der Zunahme des Verbrauchs von Faserpapier nahm die Verwendung des Papyrus in gleichem Maße ab, als man in der Fabrikation des ersteren Fortschritte machte, und nachdem man insbesondere gelernt hatte, demselben ein pergamentartiges Ansehen zu geben, das dazu führte, es sogar mit dem Namen „griechisches Pergament“ zu belegen. So erlosch der Gebrauch des Papyrus etwa mit dem 10. Jahrhundert, während die Fabrikation des Papiers immer weiter um sich griff und auch bald in das Herz Europas drang, wo sie während der Kreuzzüge in Deutschland ihren Anfang nahm, wie mehrere Andeutungen aus dem Ende des 12. Jahrhunderts (1190) vermuthen lassen.

Die Fabrikation des Baumwollenpapiers war in den europäischen Ländern dadurch wesentlich erschwert, daß die Baumwollenstaude, welche ja höchstens an den südlichsten Punkten derselben (auf Sizilien und der pyrenäischen Halb-

insel) noch gedeiht und das Rohmaterial liefert, nicht angepflanzt werden konnte. Da jedoch andererseits die Benutzung baumwollener Gewebe sehr verbreitet war, so lag der Gedanke nahe, statt der rohen Baumwolle die bereits versponnenen und verwebten Fasern, welche in großer Menge an abgetragenen Gewändern u. dergl. zur Verfügung standen, für diesen Zweck in Benutzung zu nehmen. Auf diese Weise entstand unter dem Druck der Verhältnisse ganz naturgemäß die Methode, aus abgetragenen oder abgenutzten Stoffen sowohl als aus werthlosen Abfällen das für die Fabrikation des Papiers erforderliche Fasermaterial zu gewinnen, d. h. das sogenannte Hadern- oder Lumpenpapier zu erzeugen, weshalb man wohl behaupten darf, daß diese neue Methode der Papierfabrikation sehr bald nach der Einführung der Papierfabrikation in Europa überhaupt in Aufnahme kam, und daß man sich kurz entschloß, statt der immerhin umständlich zu beschaffenden rohen Baumwolle solche Abfälle in Benutzung zu nehmen. Außerdem war dieses aus Abfällen bestehende Rohmaterial an und für sich werthlos und in genügender Menge ohne erhebliche Kosten zu haben. Die Benutzung der Hadern für den in Rede stehenden Zweck hat nachweislich denn auch schon vor dem Jahre 1120 stattgefunden und Veranlassung zu der Bezeichnung Tuchpergament gegeben.

Je weiter die Kenntniß von der Erzeugung des Papiers nach Norden und von den Ländern abrückte, in welchen Baumwolle gewonnen werden konnte, je mehr war man genöthigt Lumpen zu verwenden und ist daher die Wahrscheinlichkeit sehr groß, daß in Deutschland überhaupt niemals anderes als Hadernpapier gemacht worden ist. Diese Annahme ist um so begründeter, als keine Nachweise vorliegen, daß in Deutschland Papier vor Schluß des 12. Jahrhunderts angefertigt wurde, also zu einer Zeit, wo die Fabrikation des Lumpenpapiers in Spanien und Italien emsig in Betrieb stand.

Die Beschaffenheit der Baumwollfaser, so namentlich ihre geringe Länge, macht im Allgemeinen die Auflösung der Gewebe in die Faserelemente leicht. Schwierig dahingegen ist diese Aufgabe bei den Flachs- oder Leinengeweben, weil die große Länge der hier vorhandenen Fasern der Loslösung großen Widerstand darbietet. Hierin ist daher unzweifelhaft der Grund zu finden, weshalb man anfangs die Linnenlumpen wohl ganz sorgfältig ausgeschieden hat, später die vollständig mürbe getragenen, und erst, als man kräftigere Mittel zur Zerfaserung gefunden hatte, auch die gröberen oder weniger abgenutzten den Baumwolllumpen beimischte. In Deutschland war die Möglichkeit, auch Leinenlumpen in der Papierfabrikation verwenden zu können, eigentlich die Grundbedingung derselben, denn im Mittelalter war bei uns der Verbrauch an Baumwollgeweben klein gegen den Konsum von Linnen, und daher Linnenlumpen das eigentliche Rohmaterial, auf welches die Papiermacher mit Sicherheit rechnen konnten, ohne übrigens die Baumwollhadern auszuschließen. Aus diesem Grunde ist auch der Zeitpunkt, an welchem die Fabrikation des Papiers aus Linnenhadern ihren Anfang nahm, durchaus unbestimmbar, denn der Uebergang dazu hat sich jedenfalls sehr allmählich vollzogen. Bedenkt man zugleich, daß die Papiermacherkunst in Deutschland viel später eingeführt wurde als im Süden Europas, trotzdem der Verkehr um die Zeit schon ein sehr reger war, so muß man wohl die An-

sicht gelten lassen, daß dieselbe in Deutschland erst eine größere Ausdehnung gewinnen konnte, als man Linnen zu verarbeiten gelernt hatte und daß Linnenpapier jedenfalls zuerst rein in Deutschland fabrizirt wurde, da im Süden Europas gar kein Grund vorlag, von der Fabrikation des Baumwollenpapiers abzugehen. Es darf aus alle dem angenommen werden, daß die Erzeugung des Linnenpapiers aufs Ende des 13. Jahrhunderts fällt und aller Wahrscheinlichkeit nach zuerst in Deutschland betrieben würde. In verschiedenen Archiven und Büchereien Deutschlands sind in Handschriften, Briefen, Urkunden u. dergl. für diese Behauptung Zeugnisse niedergelegt, unter welchen eine unbestreitbar auf Linnenpapier geschriebene Urkunde im Stadtarchive zu Kaufbeuren aus dem Jahre 1318 nicht die älteste ist.

Die große Zahl von Urkunden, Briefen, Büchern und Handschriften aller Art, die wir in den Archiven und Bibliotheken insbesondere der Klöster Deutschlands aus dem 13. und 14. Jahrhundert besitzen, liefert überhaupt den Beweis, daß um diese Zeit der Verbrauch an Papier ein sehr bedeutender war und daß die Anfertigung des Papiers dem entsprechend schon ebenfalls einen erheblichen Umfang besessen haben muß. Die Erzeugung des Papiers wurde aber jedenfalls entweder gar nicht oder äußerst selten im Großen, sondern als Kleinindustrie, als Handwerk, betrieben, was ja nicht nur den damaligen Verhältnissen überhaupt entsprach, sondern für den in Rede stehenden Zweig der Gewerbthätigkeit deswegen sehr geeignet erschien, weil das Rohmaterial überall in nächster Nähe zu haben und die Einrichtung einer Papiermacherwerkstätte recht einfach war. Da nämlich nur Hadern verarbeitet wurden, welche durch vielfaches Waschen, Bäuchen und Bleichen im Laufe der Zeit eine gehörige Weiße erhalten hatten, so war für die Verwandlung derselben in Papierzeug nichts weiter erforderlich, als ein gründliches Waschen und Zerkleinern. Das erste wurde mit den Händen besorgt und durch ein vorhergehendes Kochen mit Aschenlauge vorbereitet; das Zerkleinern geschah entweder wie bei den Arabern mit Hülfe von Stößeln in Mörsern von Stein oder auf besonderen Handmahlmühlen, wie sie schon zum Mahlen anderer Substanzen vielfach in Gebrauch standen. Die Bildung des Bogens erfolgte durch Schöpfen der breiartigen Masse mittelst grober Gewebe, welche in Rahmen eingespannt waren, das Entwässern durch Pressen, das Trocknen durch Aufhängen, das Ebnen und Glätten mittelst Eberzähnen.

Größere Anlagen kommen erst am Ende des 14. Jahrhunderts vor, denn bestimmt durch Urkunden nachgewiesen ist die Anlage einer Papiermühle im Jahre 1390 zu Nürnberg und zwar von dem Rathsherrn Ullmann Stromer, der in selbst niedergeschriebenen Nachrichten angiebt, daß er zur Johannissonnwende 1390 angefangen habe, Papier zu machen und daß er sich zu dem Zwecke vieler deutscher, aber auch dreier italienischer Arbeiter bedient, mit deren Hülfe er in seiner Papiermühle alle Arbeiten habe verrichten lassen, welche beim Papiermachen vorkommen, mit der ausdrücklichen Bemerkung, daß mehrere der deutschen Arbeiter von ihm als „kunsterfahren“ vor den Italienern angenommen und zur Bewältigung der Arbeiten zwei Wasserräder und 18 Stampfen angelegt seien. Aus diesen Mittheilungen geht in erster Linie hervor, daß es um diese Zeit in Deutschland bereits in der „Papiermacherkunst“

erfahrene Leute gab, daß also bei uns schon Papiermacherwerkstätten vorhanden waren, in denen das Gewerbe jedoch als Hausindustrie in kleinem Maßstabe betrieben wurde. Indem in dieser Urkunde zugleich die Thatsache Erwähnung findet, daß die Italiener sich weigerten, auf Stromer's Verlangen noch ein drittes Wasserrad mit Stampfen anzulegen und deshalb in den Thurm gesteckt wurden, ist man wohl berechtigt anzunehmen, daß die Italiener nur oder wenigstens hauptsächlich zur Anlage und zum Betriebe der Stampfen (Stampfgeschirr), nicht aber zur Anfertigung des sogenannten Zeuges berufen waren, während die deutschen Arbeiter die anderen Arbeiten ausführten. Demnach läßt sich ferner vermuthen, daß man sich vor dieser Zeit in Deutschland anderer Zerkleinerungsmittel bediente und zwar einer Art Handmühle, wie sie ja schon zu manchen anderen Zwecken in Gebrauch stand. Diese Annahme möchte um so eher begründet sein, als die Zerkleinerung der Lumpen auf Stampfen ja größere Betriebskräfte voraussetzt, als in kleinen Anlagen vorhanden zu sein pflegen, da Handstampfen kaum wirkungsvoll genug sein können, um die viel Kraft fordernde Auflösung der Lumpen hervorzubringen. Die Handmahlmühle war dann ohne Frage die Grundlage für das später so unentbehrlich gewordene „Mahlgeschirr“.

Trotzdem diese Stromer'sche Anlage nachweislich sich sehr gut rentirte, entstanden doch größere Papiermacherwerkstätten immer nur in längeren Zwischenpausen, namentlich in der Nähe der Universitätsstädte und Klosterschulen, bis in der Mitte des 15. Jahrhunderts die Erfindung der Buchdruckerkunst einen unverkennbaren Aufschwung und bedeutende Vergrößerungen, sowie eine Vermehrung der Papierfabriken hervorrief. Wieder etwa 100 Jahre später kam ein neuer gewaltiger Anstoß durch die Reformation in Verbindung mit der allgemeinen Bewegung auf dem geistigen und somit literarischen Gebiete. Dazwischen fiel die Entdeckung Amerikas mit ihren großartigen Folgen und der ungeahnten Erweiterung des Gesichtskreises ebenfalls fördernd auf die Literatur und den Papierverbrauch einwirkend. Am Ende des 15. Jahrhunderts giebt es daher schon eine sehr große Anzahl von Papiermühlen neben den kleinen Werkstätten; sämmtliche Anlagen erzeugten ausschließlich Schreib- und Druckpapier, da für Pack- und andere grobe Papiere noch kein Bedürfniß vorhanden war.

Die Religionswirren, welche im 17. Jahrhundert in dem dreißigjährigen Kriege ihren Höhepunkt erreichten und höchst niederschlagend auf die Gesammtgewerbethätigkeit in Deutschland einwirkten, hemmten dann auch die Papierfabrikation und veranlaßten insbesondere Vergrößerungen und Vermehrungen der Papierfabriken in außerdeutschen Staaten, namentlich in Holland, England und Frankreich, welche diese Wirren benutzten, um den Handel mit Papier möglichst vollständig an sich zu ziehen. Es trat in Folge der Kriege ein sehr fühlbarer Mangel an Lumpen ein, weil der Verbrauch derselben für die verwundeten Krieger sehr groß war. Dieser Mangel veranlaßte zunächst, daß der Lumpenhandel privilegirt und staatlich in der Weise geordnet wurde, daß die Papiermacher nur innerhalb einer bestimmten Grenze (Lumpenrevier) Lumpen sammeln lassen durften. Solche Bestimmungen, in Verbindung mit den fortwährenden Streitigkeiten über die Wasserausnutzung und die Berechtigung von

Mühlenanlagen, konnten zu weiteren Anlagen nicht ermuthigen. Hierzu kam ein unglaublicher Zunftzwang, durch den u. A. den Papiermachergesellen zur Pflicht gemacht wurde: „an keinem Orte, wo er Arbeit nehme, etwas Altes ab- oder etwas Neues aufbringen zu lassen". — In Folge dieser Verhältnisse gerieth in Deutschland die Neuanlage von Papierfabriken fast ganz ins Stocken und erst wieder in Gang, als die hemmenden Ursachen beseitigt wurden. Dieser Zeitpunkt fällt zusammen mit der Einführung einer Anzahl von Verbesserungen in der Fabrikation selbst.

Die Holländer, welche sofort die Vortheile begriffen, die durch den Handel mit Papier zu erreichen waren, stellten sich bald von den deutschen Papiermachern unabhängig, indem sie die Erzeugung dieses werthvollen Handelsartikels selbst in die Hand nahmen und Papiermühlen anlegten, die aber in Ermangelung von zuverlässigen Wasserkräften durch Windräder betrieben wurden, wie sie bekanntlich zum Mahlen von Getreide aus demselben Grunde schon lange dort in Gebrauch standen. Zugleich übernahmen sie zum Zerkleinern der Lumpen statt der allgemein angewendeten Stampfwerke die deutsche Handmühle, da den geschickten holländischen Mühlenbauern bald klar ward, daß dieser Zerkleinerungsapparat nicht nur die Arbeit wesentlich fördern, sondern zugleich ein Auswaschen der Lumpen selbst in schon stark zerfasertem Zustande viel besser gestatten müsse, als ein Stampfwerk. Indem sie insbesondere hierauf ihr Augenmerk richteten, brachten sie bald (etwa 1670) so bemerkenswerthe Verbesserungen an, daß dieser nunmehr Holländer oder holländisches Geschirr genannte Apparat bis zu Anfang unseres Jahrhunderts überall unverändert in Anwendung kam und blieb. — Beinahe 50 Jahre später (um 1718) zog diese, allerdings durch die holländischen Verbesserungen zur erhöhten Brauchbarkeit ausgebildete ursprünglich deutsche Erfindung wieder in ihr Vaterland ein, indem der Papierfabrikant Kunwitz zu Glauchau in Sachsen den ersten Holländer aufstellte, dem sehr bald (1720) der zweite von Kunwitz gebaute zu Kröllwitz bei Halle folgte.

Zum Zertheilen der Lumpen, welches aus mehreren Gründen dem Zerfasern vorauszugehen hat, bediente man sich bis dahin allgemein, nach dem zum Zwecke des Sortirens nothwendigen Zerschneiden vermittelst eines aufrecht stehenden Messers aus freier Hand, eines Hackeblockes und Hackemessers, mit dem die auf dem Blocke liegenden Hadern gehackt wurden. Indem hierbei nicht nur viele Holzsplitter in die Fasern gelangten, sondern die Arbeit auch sehr langsam von Statten ging, sann man auf zweckmäßig und schnell wirkende mechanische Vorrichtungen und erfand in Folge dessen in Deutschland die erste Lumpenschneidemaschine, welche, nach dem System der bekannten Häcksellade gebaut, von etwa 1720 an bald allgemein eingeführt wurde.

Das Glätten des Papiers erfolgte bis zu Beginn des 18. Jahrhunderts fast allein durch das langwierige Streichen einzelner Bogen mit dem Glättstein oder das Schlagen einer größeren Anzahl auf einander gelegter Bogen unter schweren Hämmern. Um diese Zeit tritt an die Stelle des schon bei den Aegyptern angewendeten Glättsteines und Glätthammers (S. 3) die Presse, zunächst als Schrauben- oder Keilpresse. — Endlich wurden auch die Velinformen eingeführt.

Mit diesen verbesserten Hülfsmitteln und noch anderen Vervollkommnungen ausgestattet, waren die deutschen Papiermacher nunmehr in der Lage, ein ebenso gutes Fabrikat anzufertigen und auf den Markt zu bringen, als die Holländer, deren Papier wegen seiner besonderen Güte und Weiße mittlerweile weltberühmt geworden war. Wenn man dennoch allgemein und mit Recht über das deutsche Fabrikat Klage führen konnte, so lag der Grund zum Theil noch in der Zunftwirthschaft, zum Theil und hauptsächlich aber in dem Beibehalten der Lumpenreviere, welche, von den Landesherren verpachtet, diesen eine nicht unbedeutende Einnahme sicherten und aufs Strengste bewacht wurden, um jede Lumpen-Ein- und Ausfuhr zu verhindern. Dadurch waren aber die Papiermacher gezwungen, Alles durch einander zu verarbeiten, was sie als Hadern sammeln mußten, während die Holländer eine sorgfältige Sortirung vornehmen und die besten Sorten für ihr berühmtes Papier verwenden konnten.

Die französische Invasion, welche sonst so viel Bitteres und Demüthigendes für unser Vaterland brachte, wirkte auf dem Gebiete der Gewerbethätigkeit übrigens segensreich. Mit ihr fielen die Zunftschranken und die veralteten, fast jede Entwickelung hemmenden Privilegien und Monopole. Viel mehr als die von verschiedenen Regierungen ausgesetzten Preise und Belohnungen für die Erzeugung eines dem holländischen an Güte gleichstehenden Papiers, als das Verbot der Lumpenausfuhr rc., wirkte diese Invasion durch Beseitigung der Monopole und des damit zusammenhängenden Schlendrians. Der Krieg von 1806 verbreitete nach der Unterwerfung der Rheinlande, Westfalens rc. die Gewerbefreiheit mit der Gründung des Königreichs Westfalen bis an die Elbe. — Die Freigebung des Lumpenhandels gab demselben eine ganz andere Organisation und den Papierfabrikanten Gelegenheit, sich den Bedarf auszuwählen, wodurch zugleich eine für alle Theile höchst vortheilhafte Arbeitstheilung entstand. — Kurz vorher war außerdem eine Entdeckung gemacht, welche für die Papierfabrikation von außerordentlicher Bedeutung werden mußte: die Entdeckung der farbezerstörenden Eigenschaft des Chlors durch den schwedischen Chemiker Scheele (1774). Im Jahre 1785 benutzte Berthollet schon das Chlor zum Bleichen der Leinwand und 1794 fand dasselbe Anwendung zum Bleichen der Hadern. Diese Bleichmethode war deswegen von so großer Bedeutung, weil sie gestattete, von nun an auch die ungebleichten und den größten Theil der farbigen Lumpen für die Erzeugung weißen Papiers zu benutzen und dadurch eine ungeahnte Erweiterung in der Ausnutzung der Rohmaterialien herbeiführte, indem die früher nur zu ordinären oder gefärbten Papieren verwendbaren Lumpen eine Stufe im Gebrauche hinaufstiegen und mittelst Chlor gebleicht zu feinen Papieren Zutritt fanden.

Bis zum Beginn des 19. Jahrhunderts war die Anfertigung des Papiers aus den genügend vorbereiteten Fasern ausschließlich Handarbeit und zerfiel in das Schöpfen mittelst eines Drahtsiebes (Form), das Abnehmen des Bogens von der Form mittelst eines sogenannten Filzes (Kautschen), das Auspressen des Wassers mittelst Pressen, das Trocknen durch Aufhängen an der Luft, und verschiedene Nacharbeiten (Leimen, Glätten, Beschneiden rc.) und mußte man sich deshalb auf verhältnißmäßig kleine Blätter beschränken, sowie wegen der

zahlreichen Manipulationen auf die Erzeugung derselben ungemein viel Zeit verwenden. Mit dem wesentlich gesteigerten Papierverbrauch entstand demnach naturgemäß das Bestreben die genannten Arbeiten auf mechanischem Wege zunächst schneller, sodann in wo möglich ununterbrochener Reihenfolge und endlich so zur Ausführung zu bringen, daß man Papier in sehr großen Blättern gewinnen konnte. Die ersten auf dieses Ziel gerichteten Versuche sind deshalb als gescheitert und verfehlt anzusehen, weil man nur durch machinale Vorrichtungen die Manipulationen des Papiermachers nachzuahmen beabsichtigte, und erst diejenigen fruchtbringend geworden, bei denen man von dem Gedanken ausging, eine Form ohne Ende mit stetiger Bewegung anzuwenden, da hiermit neben der Kontinuität der Manipulationen zugleich die Bedingung für die Erzeugung beliebig langen Papiers erfüllt war. Der Erfinder dieser Maschine ist Louis Robert, damaliger Werkführer in der Papierfabrik Essonne unweit Paris, der auf seine Erfindung außer einer Nationalbelohnung von 8000 Frcs. im Jahre 1799 ein Patent erhielt, das er 1800 an Didot (Direktor der Fabrik St. Leger) verkaufte. Von hier gerieth die Erfindung in die Hände des bekannten englischen Maschinenbauers Donkin, der 1804 die erste brauchbare Papiermaschine mit sogenannter gerader Form und Schüttelvorrichtung baute, welche 80 cm breites endloses Papier lieferte. Erst 1815 gelangte dieselbe nach Frankreich zurück und 1819 nach Deutschland (Berlin), wo sie für die deutsche Seehandlung 1822 in Betrieb kam. — Eine vereinfachte, aber bis jetzt nur für untergeordnete Zwecke brauchbare Maschine, welche statt der sogenannten geraden Form eine zylindrische besitzt und daher Zylindermaschine genannt wird, wurde 1813 Ferdinand Leistenschneider in Frankreich patentirt, in Deutschland 1816 bis 1819 von Keferstein zu Weida erbaut.

Um die Papiermaschine voll zur Geltung zu bringen, war vor Allem auch erwünscht, dieselbe so anzuordnen, daß sie die für Schreibpapier unbedingt nothwendige Leimung vornehmen konnte. Da die Versuche, die letztere mit animalischem Leim, wie bei dem Handpapier, auszuführen, vollständig mißlangen, so muß man es als einen höchst günstigen Zufall anerkennen, daß gerade um diese Zeit (1806) der Papierfabrikant Illig zu Erbach im Odenwalde, bei seinen Versuchen die Leimung des Handpapiers schon im Zeuge vorzunehmen, ein Verfahren ausfindig machte, das bis auf den heutigen Tag für die Leimung des Maschinenpapiers keine wesentliche Veränderung erlitten hat, indem er an Stelle des animalischen Leimens eine Harzleimung mittelst einer Harzseife setzte.

Diese auf eine kurze Zeit im Anfange unseres Jahrhunderts zusammengedrängten hochbedeutenden Erfindungen: Chlorbleiche, Papiermaschine und Harzleimung, brachten insofern einen Abschluß und dadurch den Beginn einer neuen Periode hervor, als sich diese im strengsten Sinne die Massenproduktion zum Ziele nahm, welche allerdings noch durch mancherlei andere Entdeckungen und Erfindungen [Leblanc's Sodafabrikation (1793), Franke's Knotenfänger (1829), Gmelin's Ultramarin (1822) rc.] gefördert wurde.

Bezüglich der Feststellung des Umfanges, den die Papierfabrikation allmählich gewann, ist zu bemerken, daß die statistischen Erhebungen aus früheren Zeiten und selbst aus dem Anfange unseres Jahrhunderts ihrer Mangelhaftigkeit wegen

und um so weniger ein übersichtliches Bild liefern, als sie in den verschiedenen Staaten weder gleichzeitig, noch nach übereinstimmenden Grundsätzen, noch für dieselben Zwecke gemacht wurden und demnach nicht gleichwerthig sein können. Man ist daher auch nur im Stande aus denselben gewisse Thatsachen festzustellen und Schlüsse zu ziehen, welche manches Belehrenswerthe darbieten. So z. B. führte das Königreich Preußen in den Jahren 1829 bis 1831 jährlich 3866 Ztr. graues Lösch- und Packpapier und 4520 Ztr. ungeleimtes Druck- und gefärbtes Papier mehr ein als aus, dahingegen 1361 Ztr. feine Papiergattungen mehr aus als ein: woraus folgt, daß der Bedarf an Papier für untergeordnete Zwecke im Lande nicht gedeckt, dahingegen feines Papier über den Landesbedarf hinaus als werthvolleres Ausfuhrprodukt erzeugt und vom Auslande begehrt wurde. — Es bestanden im Jahre 1827:

in Preußen	392	Papierfabriken
„ Bayern	132	„
„ Württemberg	56	„
„ Sachsen	60	„
„ Hannover	51	„
„ Baden	30	„
„ Kurhessen	17	„
im Großherzogthum Hessen	32	„
also in Deutschland	770	Papierfabriken.

Diese 770 Papierfabriken arbeiteten noch in der überwiegendsten Mehrzahl ohne Maschinen, also mit sogenannten Handbütten, und lieferten demnach ebenso überwiegend Hand- oder Büttenpapier. Auch erhielt sich dieser Betrieb noch recht lange, so daß 1847 in Deutschland neben 1520 Bütten erst 150 Maschinen bestanden. Dann änderte sich aber das Verhältniß in Folge der gewaltigen Umwälzung des Industrie- und Verkehrswesens durch die immer größer werdende Verbreitung der Dampfmaschinen und der Eisenbahnen, indem hierdurch sowohl direkt als indirekt der Papierkonsum in unglaublicher Weise stieg. Hierzu kam die Erfindung der Schnellpresse und wenig später die der sogenannten Rotations-Schnellpresse, welche ungeheure Mengen von Tagesblättern durch die Schnelligkeit des Druckes zu nie geahnter Billigkeit herzustellen vermag.

Mit einer solchen Papierproduktion konnte die Beschaffung der Hadern, des bis dahin allein verwendeten Rohmaterials, unmöglich gleichen Schritt halten, so daß die Frage nach Ersatzstoffen für Hadern sich bald zu einer brennenden zuspitzte. Wenn zwar diese Frage bereits früher ernstlich aufgetaucht war — wie u. A. die höchst interessanten Veröffentlichungen über die hierauf hinzielenden Versuche des Superintendenten Dr. Schäffer in Regensburg (1765 bis 1771) erkennen lassen, welcher die Fasern aus Moos, Stroh, Nesseln, Holz, Pflanzenblättern u. dergl. zu Papier verarbeitet hat — so gestaltete sich seit der Mitte unseres Jahrhunderts ihre Lösung zur Existenzbedingung für die Papierfabrikation. Die Lösung selbst aber war dadurch so sehr erschwert, daß man auf Herstellung einer Fasermasse Bedacht zu nehmen hatte, welche nicht nur die ent-

sprechenden, später ausführlich zu erörternden Eigenschaften besitzen, sondern auch billig und in beliebig großen Quantitäten zu beschaffen sein mußte. — Nachdem man schon zu den verschiedensten Zeiten auf die Fasern unserer Cerealienstengel, „die Strohfasern“, den Blick geworfen und einige gute Resultate in der Herstellung und Anwendung derselben erzielt hatte, wandte man sich ihnen wiederum zu, bildete die Vorbereitung und Zubereitung weiter und rationeller aus und gewann in der That dadurch ein auch heute noch sehr geschätztes Material, das mit Leinenfasern vermischt, ein für viele Zwecke höchst brauchbares Papier abgiebt, und um so werthvoller ist, als seine Gewinnung mit sehr einfachen Hülfsmitteln erreicht wird.

In noch größerem Maße trat in den siebenziger Jahren aber die Faser des Holzes in die Reihe der sogenannten Surrogate. Diese Faser kann in zweierlei Weise gewonnen werden, entweder durch ein mechanisches Abtrennen auf dem Wege des Schleifens oder durch Zerstören der Inkrustationen und der die Zellen verbindenden organischen Substanzen durch Anwendung chemischer Mittel, das ein Auseinanderfallen der Fasern zur Folge hat. Beide Methoden kamen fast gleichzeitig auf und begründeten einerseits die Fabrikation des Holzschliffs, andererseits die Herstellung der sogenannten Zellulose. Die heute in so großem Umfange betriebene Holzschliffabrikation muß als ihren Erfinder Gottfried Keller in Hainichen (Sachsen) anerkennen, der zuerst (1845) für seine Papierfabrik in Mitweida (Erzgebirge) mit einem Wasserrade von 12 Pferdestärken auf einem Schleifsteine täglich 200 kg Holzschliff erzeugte. Die allgemeine Einführung und Verbreitung dahingegen rührt von Heinr. Völter in Heidenheim (Württemberg) her, der, seiner Zeit Direktor einer Papierfabrik in Bautzen, später mit einem Bruder die elterliche Papierfabrik in Heidenheim übernahm und hier seine bald berühmt gewordene Holzschleifmaschine mit dem Sortirapparat (1846) konstruirte, welche immer mehr und mehr vervollkommnet, hauptsächlich durch die Pariser Ausstellung (1867) bekannt und geschätzt wurde, so daß (1873) bereits 212 und (1875) allein in Deutschland über 600 solcher Maschinen im Betriebe standen.

Die Gewinnung der sogenannten Zellulose, d. h. der mit Chemikalien abgetrennten Holzfasern, hat, wegen der hier zu überwindenden Schwierigkeiten, eine längere Vorgeschichte, die etwa mit dem Jahre 1828 beginnt und 1864 schließt, weil von 1864 an die Fabrikation im Großen und vortheilhaft zuerst von der Manajunk-Wood-Pulp-Works-Company bei Philadelphia, dann (1868) von der Gloucestershire-Paper-Company in Cone-Mills bei Lydney (England) in Betrieb kam und im Jahre 1872 auch in Deutschland als besondere und als Nebenindustrie mit Papierfabriken verbunden auftrat.

Unter den anderen in außerordentlich großer Zahl in Vorschlag gebrachten Fasermaterialien ist nur noch eines besonders bemerkenswerth, nämlich das in Algier und den Hochebenen Spaniens in ungeheurer Menge wild wachsende Spartogras, Esparto oder Alfa, das seit 1860 wegen seiner vorzüglichen Faser in der Papierfabrikation besonders in England eingeführt ist. —

Die Lösung der Ersatzmittelfrage gab der Papierfabrikation insofern eine andere Richtung, als man jetzt nicht mehr gezwungen oder veranlaßt ist, zu allen,

auch den ordinären Papieren das beste Material, „die Leinenhadern“, zu verwenden, sondern diese vielmehr für das beste und bessere Papier zurückhalten kann.

In Verbindung mit der Papiermaschine und einer Reihe anderer Verbesserungen und Neuerungen, namentlich der Waschtrommeln an den Holländern (Hall, 1831), der Kocher mit gespannten Dämpfen (Butler in New-Jersey, 1848), des sogenannten Antichlors (Herschel, 1820), der Satinirwerke (1830), gewann die Papierfabrikation eine ungeahnte Ausdehnung und Produktionsfähigkeit, und zwar mit fortwährendem Rückgange in der Erzeugung von Handpapier und in großen Progressionen wachsender Zunahme von Maschinenpapier. Im preußischen Staate z. B., wo 1820 die erste Papiermaschine ihre Aufstellung fand, waren:

1837	bereits	22	Maschinen	und	nur	722	Bütten	für	Handpapier,
1846	„	72	„	„	„	503	„	„	„
1860	„	144	„	„	„	280	„	„	„
1872	„	350	„	„	„	110	„	„	„
1875	„	513	„	„	„	66	„	„	„

Das Gesammtgebiet des deutschen Zollvereins besaß:

1846	erst	142	Maschinen	und	1079	Bütten	für	Handpapier,
1860	schon	276	„	und nur	550	„	„	„

Das jetzige Deutsche Reich weist dahingegen im Jahre 1878 auf:

782 Maschinen und 187 Bütten mit 79 400 Arbeitern,
260 Holzschleifereien mit 600 Apparaten und 4800 Arbeitern,
45 Strohstofffabriken mit 75 Kesseln und 800 Arbeitern,
20 Zellulose- und Lignitfabriken mit 28 Kesseln und 300 Arbeitern.

In Oesterreich befanden sich um dieselbe Zeit:

252 Maschinen und 163 Bütten mit 21 700 Arbeitern,
84 Holzschleifereien mit 152 Apparaten und 1220 Arbeitern,
9 Strohstofffabriken mit 14 Kesseln und 120 Arbeitern,
3 Zellulosefabriken mit 7 Kesseln und 76 Arbeitern.

Was mit diesen Vorrichtungen gegenwärtig etwa geleistet wird, zeigt folgende Tabelle:

Das Deutsche Reich	fabrizirt	jährlich	244 300 000 kg	=	4 886 000	Ztr. Papier,
Frankreich	„	„	134 700 000 „	=	2 694 000	„ „
Großbritannien	„	„	168 200 000 „	=	3 364 000	„ „
Nordamerika	„	„	213 500 000 „	=	4 270 000	„ „
Oesterreich-Ungarn	„	„	92 250 000 „	=	1 845 000	„ „
Zusammen	. .		852 950 000 kg	=	17 059 000	Ztr. Papier.

Zur Erzeugung dieser Papiermasse werden in Deutschland verbraucht:

3 326 000 Ztr.	gereinigte trockene Lumpen,
1 600 000 „	Holzschliff,
540 000 „	Strohstoff,
120 000 „	Zellulose,
5 586 000 Ztr.	rohes Fasermaterial,

ohne die statistisch nicht nachgewiesene Fasermenge aus anderen Stoffen (Alfa, Jute, Nessel ꝛc.).

Die obige Tabelle zeigt, daß das Deutsche Reich unter den Hauptproduktionsländern die erste Stelle einnimmt. Rechnet man von dieser Produktion (244 300 000 kg) den Ueberschuß der Ausfuhr über die Einfuhr mit 6 300 000 kg ab, so verbleiben als Verbrauch im eigenen Lande rund 238 000 000 kg. Auf den Kopf der Bevölkerung kommt demnach:

im Deutschen Reiche	5,6 kg
in Frankreich	4,0 „
„ Großbritannien	6,0 „
„ Nordamerika	5,0 „ und
„ Oesterreich-Ungarn	2,5 „

Außer den Faserstoffen verwenden aber die Papierfabriken noch eine Menge anderer Substanzen, um dem Papier gewisse Eigenschaften (Dichtigkeit, Festigkeit, Glätte, Farbe ꝛc.) zu ertheilen, sowie zur Vorbereitung der Fasern zum Reinigen, Bleichen u. dergl. Im Deutschen Reiche konsumirt man zu dem Zwecke jährlich etwa:

an Gips und Thonerde	600 000 Ztr.
„ Soda	132 000 „
„ Harz	240 000 „
„ Stärke	120 000 „
„ Alaun und schwefelsaurer Thonerde	240 000 „
„ Ultramarin	13 400 „

Von besonderer Wichtigkeit ist es für die Fabrikation zu wissen, wie sich die Papiermenge nach den verschiedenen Papiergattungen vertheilt und deshalb sind auch nach dieser Richtung Erhebungen gemacht, die, in folgender Tabelle zusammengestellt, über diese Vertheilung im Deutschen Reiche Aufschluß geben, und zwar, um zugleich ein Bild für die Zunahme zu gewinnen, für die zwei Jahre 1840 und 1878:

Sorten:	1840	1878
Schreib- und Briefpapier	6 600 000 kg	71 400 000 kg
Buch-, Kupferdruckpapier u. dergl.	11 000 000 „	119 000 000 „
Tapeten-, Pack- und Buntpapier	2 750 000 „	29 750 000 „
Pappe, Preßspäne	1 650 000 „	17 850 000 „
Zusammen	22 000 000 kg	238 000 000 kg

Es geht zugleich hieraus hervor, daß sich der Konsum an Papier im Deutschen Reiche seit 1840 verzehnfacht hat.

Bezüglich der Verwendung dieser Papiermenge in denselben zwei Jahren giebt die Statistik Folgendes an:

Es verbrauchten im Jahre	1840	1878
die Staatsverwaltungen . . .	3 300 000 kg	28 560 000 kg
die Schulen und Wissenschaft . .	1 980 000 „	28 560 000 „
die Bücher und Zeitschriften . .	8 800 000 „	123 760 000 „
die Industrie	2 200 000 „	19 040 000 „
der Handel und Verkehr . . .	3 960 000 „	23 800 000 „
der Privat- und Postverkehr . .	1 760 000 „	14 280 000 „
Zusammen . .	22 000 000 kg	238 000 000 kg

Eigenschaften des Papiers.

Die Beschaffenheit und damit die Güte oder der Gebrauchs- und Geldwerth des Papiers wird durch eine Reihe von Eigenschaften bedingt und bestimmt, deren Kenntniß für den Produzenten sowohl als den Konsumenten um so wichtiger ist, als dieselben nicht nur einen Werthmesser abgeben, sondern namentlich in ihren Ursachen dem Produzenten die Mittel und Wege lehren, für jeden einzelnen Fall das richtige Material und die passendste Arbeitsmethode ausfindig zu machen.

Die Eigenschaften, auf deren Kenntniß es in erster Linie hierbei ankommt, sind: die Festigkeit, Dauerhaftigkeit, die Gleichmäßigkeit in Dicke und Farbe, die Oberflächenbeschaffenheit und die chemische Beschaffenheit.

Mit Festigkeit bezeichnet man hier jenen Widerstand, den das Papier dem Zerreißen oder einer gegen die Fläche gerichteten Kraftwirkung, z. B. hervorgebracht durch den Stoß einer Fingerspitze gegen ein ausgespanntes Stück, oder dem Einschneiden einer Schnur in die Ränder, wie beim Einschnüren einer Papierumhüllung, oder beim Zerknittern oder Falten darbietet.

Unter Dauerhaftigkeit versteht man die Eigenschaft des Papiers, im Laufe der Zeit und unter gewissen Bedingungen wenig oder gar keine Veränderung in Bezug auf seine Festigkeit zu erleiden.

Festigkeit und Dauerhaftigkeit stehen in einer bestimmten Beziehung zu einander und sind abhängig sowohl von dem Material als der Fabrikation. — Beim Zerreißen eines Papierstreifens kann der Zusammenhang nämlich entweder dadurch aufgehoben werden, daß die einzelnen Fasern abreißen, oder daß sie sich neben einander her- und aus einander ziehen. Je größer unter sonst gleichen Umständen dieser Widerstand sich geltend macht, um so größer ist die Festigkeit des Papiers. Diese hängt demnach einmal von der absoluten Festigkeit der Fasern, dann von dem Grade ihrer Verfilzung ab. Die absolute Festigkeit findet im Allgemeinen ihren Ausdruck in derjenigen Kraft, welche erforderlich ist, um einen prismatischen Stab zu zerreißen, und ihre Einheit in einer

solchen Kraft, bezogen auf eine bestimmte Querschnittsgröße. Wegen der Schwierigkeit aber, welche Querschnittsmessungen an faserigen Gebilden überhaupt, an Fasern von großer Feinheit insbesondere darbieten, hat man neuerdings, um eine Vergleichung von Festigkeitsgrößen zu ermöglichen, diejenige Länge von gleichem Querschnitt als Maßstab angenommen, deren Gewicht einen Bruch veranlassen würde, und diese Länge mit dem Namen Reißlänge bezeichnet. Hieraus ergiebt sich, daß die absolute Festigkeit a einer Faser, bezogen auf die Querschnittseinheit, z. B. 1 qmm ihrer porenfreien Substanz offenbar gleich sein muß dem Produkte aus der Reißlänge R in m, multiplizirt mit dem spezifischen Gewicht s dieser Substanz, sich also durch die Gleichung bestimmt:

$$a = Rs.$$

Bei Materialien von gleichem oder nahezu gleichem spezifischen Gewicht ist demnach die Reißlänge der auf die Querschnittseinheit bezogenen Zerreißfestigkeit direkt proportional, also, da die hier in Betracht kommenden Fasern in ihrem spezifischen Gewicht nicht wesentlich von einander abweichen, das Mittel, welches einen direkten Vergleich ihrer Festigkeit zuläßt. Auf Grund von Prüfungen (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1884, S. 162) ergiebt sich nun folgende Reihe:

Seide	hat eine Reißlänge von	32,0 km
Manillahanffaser . .	„ „ „ „	32,0 „
Hanffaser	„ „ „ „	26,0 „
Flachsfaser	„ „ „ „	24,0 „
Baumwollfaser . . .	„ „ „ „	23,0 „
Kokosfaser	„ „ „ „	18,0 „
Nadelholzfaser . . .	„ „ „ „	16,0 „
Jutefaser	„ „ „ „	10,0 „
Wolle	„ „ „ „	8,3 „

Als zweiter nicht weniger belangreicher Faktor tritt aber die Adhäsion der Fasern im Papier auf, d. h. derjenige Widerstand, den die Fasern dem Auseinanderziehen entgegenstellen. Die Größe dieser Adhäsion hängt ab von der Kraft, mit welcher die Fasern an einander gepreßt werden, und in Verbindung hiermit von der Größe ihrer Verschlingung durch und über einander. Es ist leicht begreiflich, daß zu dieser Verschlingung eine gewisse Länge der Faser vollkommen ausreichen würde, wenn diese Länge mit Sicherheit zur Verschlingung käme; es ist aber ebenso begreiflich, daß die Verschlingung um so sicherer im gewünschten Maße hervorgebracht werden kann, wenn eben die Fasern lang sind, und ohne Zweifel verdankt das japanische Papier in erster Linie seine ausnehmend große Festigkeit der bedeutenden Länge (10 bis 15 mm) seiner Fasern. Zu einer innigen Verschlingung ist neben der Länge aber ganz besonders die Geschmeidigkeit der Fasern erforderlich, weil letztere sich nur in Folge dieser Eigenschaft gehörig an einander schmiegen und in der einmal angenommenen Lage verharren können. Diese Geschmeidigkeit ist aber unter gleichen Umständen um so größer, je feiner die Faser, und um so kleiner, je größer die natürliche Elastizität und Starrheit der Faser ist. Betrachtet man auf diese Eigenschaften hin nun die am häufigsten der Papiererzeugung zur Verfügung gestellten Fasern, so erklärt

sich daraus zum größten Theil der Grad ihrer Brauchbarkeit und ihr Werth. Wie in dem Kapitel über die Materialien für die Papiererzeugung ausführlich erörtert wird, ist die Reihenfolge der Fasern in Bezug auf die genannten Eigenschaften nicht dieselbe wie diejenige ihrer Festigkeit. Man kann hier vielmehr wohl in erster Linie die Flachsfaser setzen: sie ist zart, fein und äußerst geschmeidig; dann schließen sich der Reihe nach an: die Hanffaser, dicker und daher steifer, weniger geschmeidig; die Baumwollfaser, ebenfalls sehr fein und biegsam, aber sehr elastisch, mit dem Bestreben, sich aus der aufgezwungenen Lage herauszudrängen; die Fasern der Jute, Nesseln, Alfa, zwar genügend fein aber elastisch; die Holzfaser ist allerdings bei verschiedenen Hölzern nicht gleich, aber im Allgemeinen steif und elastisch, desgleichen die Faser des Strohes. Die geringste Geschmeidigkeit und die größte Elastizität besitzen jedoch die thierischen Fasern, Wolle, Seide und Haare aller Art.

Kombinirt man nun die eben erwähnten Festigkeitsverhältnisse mit jenen, welche die Adhäsion bedingen, so gelangt man etwa zu folgender Stufenleiter in Bezug auf die Haupteigenschaften der gebräuchlichen Fasern, sowie auf die Güte der daraus erzeugten Papiere: 1) Flachs, Hanf; 2) Baumwolle; 3) Jute, Nessel, Alfa; 4) Holz- und Strohzellulose; 5) Holzschliff; 6) Wolle, Haare, Seide.

Wenn die eben genannten, gehörig vorbereiteten Fasern ohne weitere Zusätze zu Papier verarbeitet werden, so entsteht ein Produkt, dessen Festigkeit sehr gering ist und das den Beweis dafür liefert, daß die Verfilzungsfähigkeit der Fasern bei Weitem nicht ausreicht, um die absolute Festigkeit derselben im vollen Umfange zur Ausnutzung zu bringen. Bei der Verwendung von Flachsfasern, also des besten Materials, bringt man z. B. auf die genannte Weise nur ein Papier hervor, dessen Festigkeit im günstigsten Falle 5 Prozent von der Festigkeit der Fasern beträgt. Zur Beseitigung dieses ungünstigen Verhältnisses, das sich in noch viel höherem Grade bei Papieren aus anderen Fasern zeigt, muß eine Vermehrung der Adhäsion angestrebt werden, was am zweckmäßigsten und ausreichendsten dadurch erfolgt, daß man die Fasern förmlich an einander kittet und zwar durch das sogenannte Leimen. Thatsächlich besitzen geleimte Papiere daher eine mindestens vier- bis fünfmal größere Festigkeit als ungeleimte, so daß das Leimen nicht nur den Zweck hat, die Porosität des Papiers zu beseitigen, sondern auch die Festigkeit desselben zu vermehren.

Die Dauerhaftigkeit oder Haltbarkeit des Papiers steht in einer gewissen Beziehung zu seiner Festigkeit, denn geringe Dauerhaftigkeit zeigt sich durch eine allmähliche Abnahme der absoluten Festigkeit bis zum Zerfallen oder Zerbröckeln des Papiers. Bei der unverkennbar hohen Bedeutung, welche das Papier für unser Kulturleben besitzt, indem man dasselbe zum Träger und Aufbewahrer aller wichtigen Ereignisse und Ergebnisse unseres wissenschaftlichen, sozialen und politischen Lebens und Denkens gebraucht, ist die Frage nach seiner Haltbarkeit von besonderer Wichtigkeit, aber, wenn sie auch augenblicklich in großer Zahl sowohl Behörden als Privatpersonen ernstlich beschäftigt, darum durchaus nicht neu, denn bereits im Jahre 1221 verbot der Kaiser Friedrich II. den Gebrauch des Baumwollenpapiers zu öffentlichen Instrumenten, weil seine Dauer der des Pergaments nicht gleich zu achten sei. Nur wurde sie in unserer

Zeit wieder in höherem Grade durch die tägliche Wahrnehmung der ungemein schnellen Vergänglichkeit mancher Papiere angeregt und zugleich Veranlassung zu eingehenden Untersuchungen, sowohl in Bezug auf das Maß der Vergänglichkeit selbst als auf deren Ursache.

Bedenkt man die vollständige Umgestaltung, welche die Papierfabrikation in unserem Jahrhundert erfahren hat, so begreift man zunächst sehr wohl die Neigung einen großen, auf die neue Fabrikationsmethode zurückzuführenden Unterschied in dem erzeugten Produkte anzunehmen. Vornehmlich sind es auch, außer den veränderten Mischungsverhältnissen in der Masse durch die unabwendbare Zumischung von Ersatzstoffen, zwei Punkte, welche in Betracht gezogen werden: die Zubereitung des Papiermaterials mit Hülfe der neueren Maschinen und Ingredienzien und die Verarbeitung desselben auf der Maschine. — Bezüglich des ersten Punktes ist zu bemerken, daß, so lange der Bedarf an Papier so gering war und die Ansprüche an sein Ansehen, namentlich seine Weiße, über ein bescheidenes Maß nicht hinausgingen, sämmtliches Papier für ernste Zwecke aus solchen Lumpen erzeugt wurde, die durch die Rasenbleiche der Leinwand, sowie das wiederholte Waschen und Bleichen der Zeuge ein weißes Ansehen erhalten hatten und nur in Folge der Zerkleinerung und der dadurch zu Tage getretenen inneren Theile im Papier eine mehr oder weniger graue oder gelbliche Farbe annahmen. Als aber der Bedarf stieg und das Verlangen nach weißen Sorten immer stärker wurde, sann man naturgemäß auf Mittel, diesen Anforderungen zu genügen und gelangte dadurch zunächst, schon bald nach der Entdeckung der bleichenden und farbenzerstörenden Eigenschaften des Chlors (S. 12), zu einer weitgehenden Verwendung des letzteren, um so mehr, als die großen ökonomischen Vortheile dieses Verfahrens sich sofort in der günstigsten Weise geltend machten und man in der Meinung befangen war, daß der eigentliche Faserstoff nicht zu seinem Nachtheile vom Chlor verändert werde. — Diese irrige Meinung bildete dann die Ursache, daß man die Bleicherei bald übertrieb, um den Kreis brauchbarer Lumpen immer mehr und mehr zu erweitern, und dadurch, im Verein mit der für diese scharfe und schnell auszuführende Bleiche nothwendigen feinen Vertheilung der Fasern, die Qualität der letzteren und somit des Papiers in der That erheblich verschlechterte.

In Bezug auf den zweiten Punkt wollte es nun der Zufall, daß die bald nach Einführung der Chlorbleicherei (1794) erfundene Papiermaschine mit der Harzleimung immer mehr und mehr Verbreitung fand, die alte Handarbeit verdrängte und damit nicht nur das Mißfallen der Handarbeiter, sondern in erster Linie — nach der damals allgemein verbreiteten Ansicht, daß die Produkte der Maschinenindustrie schlechter seien als diejenigen der Handarbeit — ein großes Mißtrauen gegen das Maschinenpapier hervorrief, so daß bis auf den heutigen Tag dem Maschinenpapier unaufhörlich geringe Güte und Dauerhaftigkeit vorgeworfen wird. Es ist nun wohl zweifellos, daß eine Maschine, welche eine so komplizirte Aufgabe zu erfüllen hat als die Papiermaschine, und so außerordentlich sorgfältig konstruirt und hergestellt werden muß, nicht sofort fehlerlos arbeiten wird und kann, sondern, erst im Laufe einer gewissen Zeit mehr und mehr vervollkommnet, allmählich dahin gelangt, und daß die eben er-

wähnten Vorwürfe seiner Zeit nicht unbegründet gewesen sein mögen. Allein heutigen Tages steht fest, daß das auf der Maschine erzeugte Papier sogar viel gleichmäßiger in der Masse ist, als das aus demselben Material durch die Hand geschöpfte Papier, und daß Maschinenpapier nach alter Methode an der Luft getrocknet das Handpapier an Güte weit übertrifft, während das gewöhnliche Maschinenpapier nur eine geringere Bruchdehnung besitzt. Um den Erfolg des Trocknens auf der Maschine oder an der Luft kennen zu lernen, entnahm der Verfasser einer Papiermaschine an zwei Stellen, nämlich vor und nach den Trockenvorrichtungen, Proben, brachte dieselben durch sorgfältige Behandlung in einen gleichen Zustand der Trockenheit, der Glätte und Dichtigkeit und unterwarf gleich breite und lange Streifen, sowohl in der Länge als in der Breite, der Prüfung auf Festigkeit und Dehnung, wobei sich folgende Resultate ergaben:

Maschinenpapier:

		auf der Maschine getrocknet	an der Luft getrocknet
Festigkeit:	in der Länge . . .	7,60 kg	8,03 kg
	in der Quere . . .	6,50 „	6,20 „
	im Mittel	7,05 kg	7,12 kg
Bruchdehnung:	in der Länge . . .	1,60 Proz.	6,40 Proz.
	in der Quere . . .	5,00 „	8,75 „
	im Mittel	3,30 Proz.	7,57 Proz.

Da aber ferner ein auf einer großen Reihe von Untersuchungen begründeter Vergleich zwischen altem Hand- und neuerem Maschinenpapier mit Bestimmtheit ergiebt, daß die Festigkeit und Dauerhaftigkeit des letzteren in keiner Beziehung derjenigen des ersteren nachsteht, wenn die Fabrikation sorgfältig stattgefunden hat, so ist damit nicht nur nachgewiesen, daß man die schädliche Einwirkung des Chlors erkannt und zu vermeiden gelernt hat, sondern auch, daß die allerdings unbestreitbar vorhandene, höchst geringe Dauerhaftigkeit einer Menge Papiere in anderen Ursachen ihre Erklärung finden muß.

Eine allmähliche Abnahme der Festigkeit, die Grundursache des Zerfallens, ist denn auch offenbar in chemischen Einwirkungen zu suchen, welche, von der Umgebung des aufbewahrten Papiers ausgehend, die Papiersubstanz, die eigentliche Materie des Papiers, mehr oder weniger schnell zersetzen, je nach dem Maße, in welchem sie zur Geltung kommen oder die Materie widerstandsfähig ist und bleibt. — In dieser Beziehung mag nur daran erinnert werden, daß die oft beobachtete langsame Veränderung im Papier erfahrungsmäßig um so schneller vor sich geht, je mehr seine Umgebung einen Vermoderungsprozeß begünstigt. Gewöhnlich wird diese Veränderung von einer Umwandlung der Farbe begleitet, indem das anfangs weiße Papier zuerst etwas gelblich wird (vergilbt) und dann eine bräunliche, ja oft eine fast dunkelbraune Farbe annimmt. Von vielen Seiten wird diese Farbenänderung dem Umstande zugeschrieben, daß das Papier bei seiner Fabrikation die eisernen Trockenvorrichtungen zu passiren hat und dadurch Eisen aufnimmt, das mit der Zeit durch Oxydation jene genannte gelbliche oder bräunliche

Farbe erhält, wie bei der Entstehung von Rostflecken in Leinwand. In einzelnen — aber gewiß sehr seltenen — Fällen mag diese Ursache aufkommen; allein abgesehen davon, daß schon eine recht erhebliche Menge Eisen zu einer solchen Färbung erforderlich ist, wird damit doch nicht die Erscheinung in den weitaus häufigsten Fällen erklärt, in denen das Papier vollständig eisenfrei ist. — Nach einer anderen Ansicht ist die Bräunung die Folge einer Oxydation des Chlorophylls. Diese Ansicht setzt die Anwesenheit des Blattgrüns auch in denjenigen Fasern voraus, die besonders als Papiermaterial Verwendung finden, also in den Fasern des Bastes und des Holzes und der Samenhaare. Da sich in diesen Theilen der Pflanzen Chlorophyll überhaupt nicht findet, so fällt diese Hypothese von selbst weg. Wie in dem Kapitel Bleichen und bei der Holzzellstoffgewinnung ausführlich erörtert wird, besteht denn auch kein Zweifel mehr darüber, daß diese Veränderungen auf die Bildung von Humus, also auf einen Oxydationsprozeß zurückgeführt werden müssen, der naturgemäß bei den verschiedenen Fasern mit ungleicher Leichtigkeit eintritt und je nach den Verhältnissen sich schnell oder langsam, kräftig oder schwach vollzieht.

Erster Abschnitt.

Gewinnung und Eigenschaften der Fasern.

Aus der Erfindungs- und Erzeugungsgeschichte des Papiers geht die eigenthümliche Thatsache hervor, daß, von einigen vorübergehenden und für die große Papiermasse bedeutungslosen Fabrikaten abgesehen, das Papier ausschließlich aus Pflanzenstoffen, das neuere Faserpapier aus Pflanzenfasern hergestellt wird. Diese Thatsache findet ihre Begründung leicht in der Verschiedenheit der physischen Eigenschaften der Fasern des Pflanzenreiches und des Thierreiches. Indem die letzteren bei der nothwendigen Zerkleinerung nicht nur schwierig eine Theilung in der Längenrichtung zulassen, da sie nicht aus Längszellen gebildet sind und deshalb stumpfe Enden liefern, sondern auch zu steif und zu elastisch bleiben, um sich gehörig verfilzen zu können, finden sie nur ganz nebensächlich als Zusatz zu den ordinärsten Packpapieren und Pappen Verwendung.

Eine Reihe, namentlich jener Partien der Pflanzen, welche aus langgestreckten Zellen bestehen, genügt dahingegen in hervorragendster Weise allen Vorbedingungen, welche zur Bildung des Papiers vorhanden sein müssen, indem die hieraus gewonnenen Fasern nicht allein durch einen großen Grad von Festigkeit, Geschmeidigkeit, Theilbarkeit, Glätte und Feinheit sich auszeichnen, sondern auch durch ihr chemisches Verhalten, außer einer genügenden Widerstandsfähigkeit gegen gewisse Chemikalien, mit denen sie während der Verarbeitung in Berührung kommen, die Möglichkeit gewähren, einen vollkommen farblosen Stoff zu erzeugen.

Naturgemäß treten diese Eigenschaften jedoch weder in allen Pflanzen, noch in allen Theilen einer Pflanze in gleichem Maße auf, und ist man daher um so mehr in der Wahl und Auswahl der Rohmaterialien auf gewisse Pflanzen und bestimmte Pflanzentheile beschränkt, als außerdem besonders noch der Umstand ins Gewicht fällt, daß man in der Lage sein muß, die Fasern in nachhaltig genügender Menge zugleich mit möglichst geringem Aufwand von Kosten zu gewinnen.

Es ist aus diesem Grunde leicht erklärlich, weshalb man demjenigen Material vor allem anderen den Vorzug einräumt, in welchem die Fasern für gewisse Zwecke bereits Dienste geleistet haben. Hierin liegt nicht nur der Vortheil, daß für diese ersten Zwecke die Gewinnung und Abscheidung der Fasern aus den Pflanzen bedingt war und der Verwendung in der Papierfabrikation zu Gute kommt, sondern insbesondere deshalb, weil die Fasern in Folge der Abnutzung im Laufe der Zeit für die ursprüngliche Bestimmung ihre Eigenschaft verlieren und werthlos werden, also für die Zwecke der Papierfabrikation einzig und allein zu den relativ geringen Kosten des Sammelns zu beschaffen sind.

Solches Material aber steht nun in der Form von gebrauchten und abgenutzten Gespinnsten, Geweben, Stricken, Tauen, Netzen u. dergl. Abfällen, die in ihrer Gesammtheit den Namen **Hadern, Lumpen, Stratzen** (chiffons, *rags*) führen, zu Gebote und ist eben besonders dadurch werthvoll und geschätzt, daß die in denselben dargebotenen Fasern in Folge der Benutzung der Gewebe ꝛc. und der hiermit zusammenhängenden, oft vielfach wiederholten Behandlung mit Laugen zum Reinigen, mit Bleichmitteln u. dergl. bis zu einem hohen Grade für die Zwecke der Papierfabrikation vorbereitet sind. Jahrhunderte hindurch bilden die Hadern das einzige hier in Betracht kommende Rohmaterial und stets werden dieselben wegen der erwähnten Eigenschaften als solches den ersten Platz behaupten. Wie schon S. 16 begründet wurde, hat sich jedoch im Laufe der Zeit der Konsum an Papier dermaßen gesteigert, daß die Hadernproduktion damit nicht hat Schritt halten können, vielmehr so stark zurückbleiben müssen, daß die Beschaffung und Benutzung anderer Materialien zur Gewinnung von Fasern und als Ersatz für die Hadern mit Recht als Existenzbedingung für die Papierfabrikation gilt.

Somit zerfällt das Rohmaterial, welches die für die Papierbildung geeigneten Fasern liefert, in Hadern und Ersatzstoffe, und die Gewinnung der Fasern selbst in die zwei Gruppen:

I. Gewinnung der Fasern aus Hadern,
II. Gewinnung der Fasern aus Ersatzmaterialien.

Erstes Kapitel.

Gewinnung der Fasern aus Hadern.

I. Sortiren, Dreschen, Schneiden.

A. Sortiren.

Die oben erwähnten Eigenschaften, welche den Fasern für die Papierbildung eigenthümlich sein müssen, gelten natürlich nur für die Fasern im isolirten Zustande. In diesem Zustande sind sie aber in den Hadern durchschnittlich gar nicht vorhanden und daher erst durch eine Reihe von Operationen zu isoliren. Der Zustand der Fasern in den Hadern kann als eine Zwischenstufe zwischen der Naturfaser und der Papierfaser, also als eine Annäherung an diese betrachtet werden, welche wieder in hohem Maße verschieden ist, je nach der Gattung der Naturfaser (ob Flachs, Hanf, Baumwolle, Jute u. s. w.), nach ihrer Behandlung vor dem Verspinnen zu Garn (ob schwach oder stark gerottet, gedörrt oder nicht gedörrt, wenig oder viel gehechelt rc.), nach der Art des Verspinnens (ob trocken oder naß, kalt oder warm versponnen, ob stark oder schwach gedreht), nach der Zubereitung und Behandlung vor, während und nach dem Weben (ob im Garn oder im Gewebe gebleicht, ob viel, wenig oder gar nicht gebäucht, gewaschen, kalandrirt, gefärbt, bedruckt u. s. w.), insbesondere aber nach dem Grade ihrer Benutzung und der damit zusammenhängenden Abnutzung.

Betrachtet man in Bezug auf diese Verhältnisse zunächst die Leinengewebe und die hieraus gewordenen Hadern, so hat man sich nur daran zu erinnern, daß die Leinenfasern durch eine theilweise Zerstörung der die einzelnen Zellen zusammenklebenden Materie vermittelst der Rotte, in langen Fäden (Faserbündeln) gewonnen werden, die aus einer größeren Zahl sogenannter Elementarfasern bestehen und erst durch Brechen, Schwingen, Hecheln getheilt, brauchbares Spinnmaterial abgeben, sowie daß diese Zertheilung als Vorbereitungsarbeit zum Spinnen um so weiter vorschreiten muß, je feiner das Garn beziehungsweise das Gewebe ausfallen soll, indem es ebenso wenig möglich ist aus nur einmal gehecheltem Flachs Garn für Brüsseler Spitzen zu spinnen, als man andererseits nicht beabsichtigen kann das aufs Feinste vorbereitete Material in Sackgarn zu verwandeln. — Aus diesem Grunde ist durchgehends in feineren Geweben von Anfang an der Annäherungsgrad an die Papierfaser viel weiter vorgerückt als in groben Geweben, und sind jene auch deshalb werthvoller als diese. Durch die weitgehende Zertheilung der Faserbündel wird aus leicht begreiflichen Ursachen auch die in den meisten Fällen noch in den Geweben auftretende farbige, sowie jene leimartige Materie, welche die Elementarfasern zusammenhält, der Vernich-

tung viel leichter zugänglich und in höherem Grade zerstört, als in wenig zertheiltem Material. Da nun erfahrungsgemäß feinere Leinengewebe in der Regel nicht nur vollständig weiß gebleicht, sondern ihrer Bestimmung wegen weit häufiger gewaschen werden, als die weniger feinen und groben Zeuge, so folgt daraus, daß die Ueberreste der feinsten und ältesten, d. h. am häufigsten in Benutzung gewesenen Leinenzeuge das geschätzteste Papierfasermaterial sein muß, daß man diese also als erste Klasse obenan stellt und nun, von dieser Klasse ausgehend, zahlreiche Abstufungen von Hadern bildet, die demgemäß je nach ihrer Stellung in der Reihe verschiedene Vorbereitungsarbeiten fordern, die ihrerseits jedoch es ermöglichen, die Fasern sämmtlicher noch so verschiedener Leinengewebe auf gleiche Stufe der Feinheit zu bringen. Um diese letzte Absicht auf ökonomischem Wege, insbesondere ohne Faserverlust zu erreichen, ist es durchaus geboten nur die Hadern gemeinschaftlich zu verarbeiten, welche in den eben erklärten Beziehungen sich entweder vollständig oder doch nahezu vollständig gleichen und auch aus diesem Grunde eine strenge und je nach Umständen mehr oder weniger weitgehende Eintheilung oder Klassifizirung der Hadern unumgänglich nothwendig. Mit Rücksicht hierauf bringt man die Leinenhadern vorerst passend in folgende vier Gruppen:

Erste Gruppe: Alle schon neu gebleichte Flachs- und Hanfgewebe.

Diese Gruppe liefert diejenigen Hadern, welche am wenigsten Mittel zur Zertheilung, und zur Erzeugung höchster Weiße nur einer geringen Nachbleiche bedürfen. Fein und geschmeidig, besitzen ihre Fasern die höchste Verfilzungsfähigkeit, also die Eigenschaft zur Herstellung der feinsten Papiergattungen, der sogenannten Postpapiere, weshalb sie auch den Namen Posthadern führen. Man rechnet zu dieser Gruppe die Abfälle namentlich derjenigen Zeuge, die schon vor dem Gebrauche gebleicht waren und durch den Gebrauch große Mürbigkeit und Weichheit angenommen haben, also: die Leibwäsche innerhalb einer gewissen Feinheit, feine Drelle und Damaste (Tischwäsche, feine Handtücher u. dergl.).

Zweite Gruppe: Mittelfeine, äußerlich durch den Gebrauch entfärbte, halbgebleichte Flachs- und Hanfgewebe.

Bei diesen Hadern sind die äußersten Schichten frei von inkrustirender Substanz, sowie weiß von Farbe, die inneren aber noch in rohem Zustande. Beim Auflösen derselben in Fasern vermengt sich das innere noch grau Gebliebene mit dem äußeren bereits Gebleichten, wodurch die Masse selbst noch grau bleibt und energischere mechanische und chemische Hülfsmittel zur Erzielung einer schönen dauerhaften Weiße in Anspruch nimmt. Namentlich bilden grobe, halbgebleichte Drelle (feinere Hosendrelle) und Leinwand (Futterleinen, ordinäre Bettwäsche u. dergl.) diese Gruppe. Man verwendet sie hauptsächlich zu den feinen sogenannten Kanzleipapieren und nennt sie darum auch Kanzleihadern.

Dritte Gruppe: Grobe, ungebleicht gebliebene Flachs- und Hanfgewebe.

Die Hadern dieser Gruppe, welche von Geweben herrühren, deren Garn aus gut gehecheltem Leinen gesponnen und frei von Schäbe ist, zeichnen sich durch eine graue Farbe aus, welche bekundet, daß die inkrustirende Materie fast noch vollständig vorhanden ist und daß dieses Rohmaterial sehr kräftiger Mittel zur Zerkleinerung, Reinigung und Bleichung bedarf. Früher wurde dasselbe nicht bis zur vollständigen Weiße gebleicht, weil es zu dem sogenannten Konzeptpapier bestimmt und darum auch Konzepthadern benannt war. Das größte Quantum dieser Hadern erhält man von dem groben Futterleinen, Segeltuch, Hosen- und anderen groben Drellen.

Vierte Gruppe: Die gröbsten ungebleichten Flachs- und Hanfgewebe und Gespinnste.

In diese Gruppe gehören die Sack- und Packleinen, sowie Taue, Stricke, Netze, Spinnereiabfall (Werg, Hede), Teppiche u. dergl. Die in diesen Hadern vorhandenen Fasern sind fast gar nicht verfeinert, da der Leinen hierzu nur so viel gehechelt wurde, als zur Abscheidung grober Fasern erforderlich ist. Letztere besitzen daher oft noch Schäbetheile, sowie die gesammte inkrustirende Materie und bedürfen der kräftigsten mechanischen und chemischen Mittel zur Gewinnung brauchbarer Papierfasern. Ihre Verwendung erstreckte sich in früheren Zeiten fast ausschließlich auf die Erzeugung der zähen starken Packpapiere (woher die Bezeichnung Packhadern) und der Pappen, welche sich durch besondere Festigkeit auszeichneten.

Viel einfacher als bei den Leinenhadern liegen die Verhältnisse bei den Geweben aus Baumwolle, da hier die Naturfaser ähnlichen Vorbereitungsarbeiten gar nicht unterworfen wird, weil die Baumwolle aus einzelnen isolirten Zellen besteht, welche von der Natur fertig und viel gleichmäßiger sowohl in den inneren als äußeren Eigenschaften geliefert werden und auch während der Verarbeitung sowohl, als während des Gebrauchs kaum in ihren Eigenschaften eine Veränderung erfahren. Bei den Baumwollhadern kommt nur der Grad der Abnutzung und zwar deshalb in Betracht, weil derselbe die Leichtigkeit für die Auflösung der Gewebe in Fasern bedingt, da stark abgenutzte sich leichter auflösen lassen als neue oder wenig gebrauchte. Außerdem ist dann nur noch die Farbe von Bedeutung, mit welcher die Stoffe gefärbt oder bedruckt sind, weil hiervon die Auswahl und Einwirkung der farbenzerstörenden Mittel und der Bleiche abhängt. Die sämmtlichen Hadern aus Baumwollgeweben zerfallen daher nur in zwei Gruppen:

Erste Gruppe: Ungefärbte und unbedruckte (weiße) Baumwollhadern.

Zweite Gruppe: Gefärbte und bedruckte Baumwollhadern.

Die Hadern aus Wolle (Tuchhadern) und Seide finden nur ausnahmsweise Anwendung und werden dann als eine besondere Gruppe ausgeschieden. — Die

sogenannten Halbwollstoffe (Gewebe aus Leinen- oder Baumwollkette mit Wolleneinschlag), sowie die Halbseidengewebe (aus Baumwolle und Seide) werden den betreffenden Leinen- oder Baumwollhadern zugefügt, weil die Wolle und Seide bei der Operation des Kochens durch Auflösung entfernt werden. — Endlich kommen noch die Hadern aus anderen Pflanzenfasern (Jute, Nessel, Manillahanf u. dergl.) in Betracht, die man zweckmäßig zu einer Gruppe zusammenwirft, da dieselben ziemlich nahe liegenden Werth für die Papierfabrikation besitzen und auf gleiche Weise verarbeitet werden.

Die Eintheilung der Hadern nach den eben genannten Gruppen ist naturgemäß nur eine sehr oberflächliche und bedarf noch einer weitgehenden Ergänzung.

Zunächst ist leicht einzusehen, daß nicht nur zwischen den Gruppen, sondern auch innerhalb jeder einzelnen Gruppe Uebergänge vorhanden sind, da ja die Hadern derselben Gruppe von verschiedener Feinheit, namentlich aber, je nachdem sie mehr oder weniger verunreinigt, abgetragen oder gefärbt sind und sich daher entweder schwer oder leicht verarbeiten lassen, von sehr verschiedenem Geld- und Gebrauchswerth sind, und daß aus diesem Grunde schon eine weitere Eintheilung innerhalb der Gruppen geboten erscheint. — Insbesondere fordert aber ein in dem Wesen der Papierfabrikation begründeter Umstand eine Eintheilung der Hadern in zahlreiche Klassen. Wegen der außerordentlich großen Verschiedenheit und Verschiedenartigkeit des im Handel verlangten Papiers ist man in den Papierfabriken genöthigt eine fast ebenso große Zahl von Papiermassen herzustellen und in der Regel gezwungen diese Massen aus mehreren Hadernsorten durch die sogenannte „Mischung“ zusammenzusetzen, weil, wenigstens bei Großbetrieben selten die erforderliche Menge der betreffenden Hadernsorte zur Verfügung steht, und weil auch aus ökonomischen Gründen keine Sorte von der Verarbeitung ausgeschlossen werden kann, sondern sämmtliche Sorten nach ihrem relativen Maße verarbeitet werden müssen. Um nun bei einer solchen Mischung dennoch ein möglichst gleichmäßiges Fabrikat mit dem geringsten Aufwande von Arbeit und Faserverlust zu erzielen, ist es nothwendig doch nur solche Hadern gemeinschaftlich zu verwenden, die in ihrer Beschaffenheit einander möglichst nahestehen. Dieser Grundsatz in Verbindung mit den obigen Erwägungen, daß nur Hadern von gleicher Beschaffenheit den gleichen Prozeß der Vorbereitungsarbeiten gemeinschaftlich durchmachen sollen und der Rücksicht, die auf die große Mannigfaltigkeit der Papiere zu nehmen ist, läßt eine weitere Sortirung der Hadern in Klassen als unvermeidlich und nothwendig erkennen.

Es ist klar, daß zur Bestimmung des Werthes beim Einkauf dieses wichtigen Rohmaterials bereits eine Sortirung vorgenommen werden muß, wenn nicht der Papierfabrikant direkt sammeln läßt, d. h. sich mit sogenannten „Landhadern“ versieht. In früheren Zeiten wurde eine solche „Vorsortirung“ in höchst oberflächlicher Weise gehandhabt, bis nunmehr sich allmählich auch hier bessere Gewohnheiten einstellen und die größeren Händler wenigstens die Hadern nach bestimmten Marken beziehungsweise Sorten auf den Markt bringen, ohne sich jedoch bis jetzt zu einem einzigen Markensysteme vereinigt zu haben.

So gelten z. B. auf dem Hamburger Markte folgende Marken:

SPFFF	= Superfein weiß leinene,
SPFF	= Fein " "
SPF	= 2. Sorte " "
FF	= Halbweiße " "
CSPFFF	= Superfein weiß baumwollene,
CSPFF	= Fein " "
LFB	= Blau leinene,
CFB	= Blau baumwollene,
LFX	= Grau leinene,
CFX	= Grau baumwollene,
FR	= Roth "
SFX	= Segeltuch,
FWWS	= Weiß gestreift,
FWW	= Weiß Flanell,
FWS	= Bunt gestrickte,
FW	= Weich wollene,
HW	= Hart wollene,
NCWC	= Neue Tuch,
CWC	= Geschnitten Tuch,
CW	= Tuch und ungeschnitten,
BB	= Bombassin (Halbwolle),
BW	= Beyderwand (grobe Wolle),
Theertau,	
Wergtau,	
Tauwerk,	
Jute und Wrapper,	
Altes Papier.	

Diese Hamburger Markenskala ist offenbar zunächst aus dem Bedürfnisse entstanden, den Hamburger Hadernmarkt mit den Weltmärkten in Einklang zu bringen und verdient wohl noch allgemeiner angenommen zu werden, als bis jetzt geschehen. Da trotz dieser Skala namentlich solche Händler, welche nicht direkt exportiren, beharrlich bei ihren Marken blieben und in Folge dessen viel Verwirrung entstand, so wurde vom Vereine deutscher Papierfabrikanten 1874 eine Skala festgestellt, welche zugleich neben der Sortirung für den Handel dem Bedürfnisse der Fabrik gerecht werden sollte. Danach erfolgte die „Vorsortirung" nach folgendem Schema:

Marke	Vorsortiment
WL	Weißes Leinen,
HWL	Halbweißes Leinen,
HL	Hosen,
GL	Graue Leinen,
R	Rapper (Wrapper, Grobe Umschlagleinewand),
BS	Baststricke,

Marke	Vorsortiment
J	Jute,
T	Gute Stricke und ungetheerte Taue,
T & N	Schlechte Stricke, getheertes Tauwerk und Netze,
BL	Blaue Leinen,
WB	Weiße Baumwolle,
HWB	Halbweiße Baumwolle,
BB	Bunte Baumwolle,
Bl B	Blaue Baumwolle,
SP	Spelt, Warp und Beyderwand,
SCH I.	Schrenz,
SCH II.	Schlechter Schrenz.

Bei der Vergleichung dieser beiden Systeme der Vorsortirung gewinnt man leicht die Ueberzeugung, daß die Unterschiede zwischen denselben eigentlich zu geringfügig sind, um das Bedürfniß dieser zwei Skalen zu begründen und daß die erstere vor der zweiten den Vorzug verdient, weil sie mehrere und daher zweckmäßigere Abstufungen darbietet. Deshalb hat sie auch wohl die Oberhand gewonnen und sich immer mehr und mehr eingebürgert.

Aus oben ausführlich erklärten Gründen ist aber diese Sortirung für die Fabrik noch längst nicht genügend sondern bedeutend weitergehender Abstufungen bedürftig, welche sich in erster Linie nach den Papiergattungen zu richten haben, die in einer Fabrik erzeugt werden, so daß diejenigen Fabriken, welche alle oder die meisten Papiergattungen fabriziren, eine längere Skala, d. h. mehr Hadernsorten besitzen müssen, als solche, die sich auf einzelne Gattungen und somit auf einige Marken vorsortirter Hadern beschränken. Außerdem kommen hier noch mancherlei Rücksichten lokaler Natur (Gewohnheit, Betriebseinrichtungen u. dergl.) in Betracht, so daß die großen Abweichungen in den verschiedenen Fabriken bezüglich der Hadernsortirung begreiflich und begründet sind. Im Allgemeinen kann man annehmen, daß eine ganze Skala mindestens 17 Sorten aufzuweisen hat und selten über 30 hinausgeht, wenn zwar auch Vorschläge gemacht sind, dieselbe auf 100 zu erweitern. An dieser Stelle genügt es, zwei bewährte Sortirungen als Beispiele anzuführen:

I. Hadernsortiment mit 17 Nummern.

A. Flachs- und Hanfgewebe.

Nr. 1. Die wirklich rein weißen schmutzfreien (fein Post),
Nr. 2. dieselben unrein und die geringeren weißen (Post),
Nr. 3. die feinen halbgebleichten und die Nähte und Schneiderflecken von Nr. 1 und 2 (fein Kanzlei),
Nr. 4. die groben halbgebleichten und die Nähte und Schneiderflecken von Nr. 3 (Kanzlei),
Nr. 5. die ungebleichten und schäbefreien feineren Gewebe, Fischernetze und die Nähte und Schneiderflecken von Nr. 4 (fein Konzept),
Nr. 6. die ungebleichten gröberen Gewebe (Konzept),

Nr. 7. die gröbsten Gewebe, die von Baumwoll-, Seide- und Wollstoffen u. s. w. untrennbaren Stücke, Spinnereiabfall (Werg und Heede), gehackte Stricke und Taue (Pack),
Nr. 8. die farbig gestreiften und hellblauen feinen,
Nr. 9. die farbig gestreiften und hellblauen groben,
Nr. 10. die dunkelblauen.

B. Baumwollgewebe.

Nr. 11. Die reinen, weißgebleichten aller Art,
Nr. 12. die schmutzigen, weißgebleichten aller Art,
Nr. 13. die buntbedruckten, weißbodigen und hellblauen Kattune,
Nr. 14. die buntbedruckten, dunkelbodigen Kattune, Manchester und ordinäre Watte,
Nr. 15. a) die dunkelblauen,
b) die dunkelrothen,
c) die dunkelgelben und andere gefärbte,
Nr. 16. die Baumwollspinnerei-Abfälle und die mit Kautschuk durchzogenen Gewebe.

C. Halbwollene und halbleinene Gewebe.

Nr. 17. Die einfarbigen und gestreiften Gewebe aller Art.

II. Hadernskala mit 30 Nummern[1]).

Nr. 1. Kräftiges, reines weißes Leinen (Hemdenleinen) fein,
Nr. 2. kräftiges, reines, weißes Leinen (Hemdenleinen) mittelfein,
Nr. 3. schmutziges, weißes Leinen (Hemdenleinen) mittelfein und gröber,
Nr. 4. schmutziges, grobes Leinen, grauer und feiner Zwillich (mürbes, schmutziges, weißes und halbgebleichtes Leinen, feine Waschlappen),
Nr. 5. feiner, hellgrauer Zwillich, auch grau mit neuen Stücken, kräftig (feine, starke, halbgebleichte Hosen und Unterfutter),
Nr. 6. dieselben mittelfein,
Nr. 7. grober und starker Zwillich (grobe, starke Hosen und feiner, schäbefreier Sack),
Nr. 8. grauer, leinener Sack und Pack (feiner Rapper und Sack),
Nr. 9. leinene Webtrümmer (Hebel und Garn),
Nr. 10. Pack- und Sackzwillich mit Agen und Schrupp (gewöhnlicher Rapper und Scheuerlumpen),
Nr. 11. Bastsäcke und ganz grober Pack (Bastsäcke und ganz grober Rapper),
Nr. 12. Jute,
Nr. 13. gute Stricke und ungetheertes Tauwerk,

[1]) Da die Bezeichnungen für einzelne Hadernsorten in Nord- und Süddeutschland nicht übereinstimmen, so ist in dem obigen Schema hierauf in der Weise Rücksicht genommen, daß die norddeutschen Bezeichnungen eingeklammert sind.

Nr. 14. getheerte Taue, Netze und ordinäre Stricke,
Nr. 15. leinene Schecken, hellbodig (hellblaues Leinen),
Nr. 16. grobblaues, starkes Leinen (reines, starkes, blaues Leinen),
Nr. 17. dunkelbodiges Leinen, Rändernähte und leinene Strümpfe (buntes Leinen, Ränder mit etwas Kattun, leinene Strümpfe),
Nr. 18. dunkles, indigogefärbtes, blaues Leinen,
Nr. 19. weiße, feine Baumwolle und neue Flecke (feiner, weißer Battist),
Nr. 20. weiße, mittelfeine Baumwolle (schmutziger, weißer Battist),
Nr. 21. halbweißer, mittelfeiner und grauer Kattun (grauer Kattun und schmutziger Parchent),
Nr. 22. hellbodige, baumwollene Schecken (hellfarbiger Kattun),
Nr. 23. dunkelbodige, baumwollene Schecken (dunkelfarbiger Kattun),
Nr. 24. dunkelblauer Kattun (blaue Baumwolle),
Nr. 25. türkischrother Kattun,
Nr. 26. gute Wisling, Warp (Spelt, Beyderwand, Warp, Wolle und viel Leinen),
Nr. 27. mit Kautschuk durchzogene Gewebe,
Nr. 28. guter Schrenz (guter Schrenz, Wolle mit viel Baumwolle),
Nr. 29. schlechter Schrenz,
Nr. 30. Oellappen, Papier u. dergl.

Der Wichtigkeit, welche der Sortirung der Hadern beigemessen werden muß, entspricht denn auch die Sorgfalt, mit welcher in den Fabriken die Arbeit (das Sortiren, *triage, délissage, sorting*) vorzunehmen ist.

Hierbei kommt es natürlich in erster Linie darauf an, alles Ungleiche und Ungleichartige von einander zu trennen, sowie Ungehöriges auszuscheiden. Schon eine oberflächliche Betrachtung der Hadern ergiebt, daß ein sehr großer Theil, oft der größte Theil, aus zusammengenähten Stücken von verschiedenen Stoffen und Eigenschaften besteht und deshalb erst durch Trennung längs der zusammenhaltenden Nähte von einander in die einzelnen Stoffe zerlegt werden muß (grobe Leinwand von feiner, Woll- und Seidenstücke von anderen Geweben, gefärbte von ungefärbten, Schnüre, Litzen, Nähte, Eggen von den Hadern u. s. w.). Ferner bemerkt man sofort eine Anzahl Gegenstände, welche man auf das Sorgfältigste zu entfernen hat, da sie nicht nur zur Papierbildung ganz unbrauchbar sind, sondern bei der weiteren Verarbeitung der Hadern in hohem Grade zerstörend auf die Arbeitsorgane einwirken würden. Hierzu gehören Knöpfe, Nadeln, Haken und Oesen, Lederstücke, Fischbein, Korsettstangen, selbst Nägel u. dergl. Mit dem Sortiren ist daher eine Operation zu verbinden, welche mit großer Sicherheit, Schonung und Zuverlässigkeit eine solche Trennung herbeiführt und der Hauptsache nach nur in einem Zerschneiden bestehen kann. Weil es hier wesentlich darauf ankommt die Trennungsstellen zu finden und die getrennten Abschnitte sogleich zu sondern, so ist diese Arbeit nicht von Maschinen auszuführen, sondern ausschließlich von Menschenhänden zu leisten. Sie erfolgt in der Regel von weiblichen Arbeitern und zwar in hellen, aber nicht durch Licht geblendeten Räumen (Sortirsälen, *atelier du délissage, sorting room*).

Es ist am zweckmäßigsten, jeder Arbeiterin einen eigenen Arbeitstisch zuzuweisen, obwohl in manchen Sälen auch mehrere Personen an einem langen Tische beschäftigt sind. In ersterem Falle besitzt der in passender Höhe angeordnete Tisch eine Fläche von etwa 1 qm, in letzterem Falle rechnet man auch 1 qm Fläche auf eine Arbeiterin. Als Werkzeug zum Zerschneiden hat sich, trotz mancher Vorschläge zu Aenderungen, das von altersher gebrauchte und beliebte, aufrecht stehende Messer bewährt, das in der Form einer Sense gebogen, etwa 35 cm lang und mit der Schneide der Arbeiterin abgewendet auf der Tischkante befestigt und in der Weise gebraucht wird, daß die zwischen den Händen gespannt gehaltenen Hadern daran hergezogen werden. An einem für die Arbeiterin bequemen Platze neben dem Tische ist entweder ein hölzerner Kasten angebracht, der so viel Abtheilungen enthält, als Sorten abgeschieden werden sollen, oder zweckmäßig eine entsprechende Anzahl von Kästen, die der Feuersgefahr wegen aus Eisenblech angefertigt, nicht nur leichter transportabel und für sich zu entleeren, sondern auch bedeutend dauerhafter sind. Die in diese einzelnen Fächer geworfenen, nunmehr sortirten Hadern gelangen sodann nach abgewogenen Mengen in die Behälter auf dem **Hadernboden** oder in dem **Hadernmagazin**.

Die Sortirerinnen empfangen zum Schneiden und Sortiren gewöhnlich nur eine Marke von den bereits vorsortirten Hadern, was die Arbeit deshalb wesentlich erleichtert, weil sie in diesem Falle nur eine Trennung in etwa drei bis sechs Nummern vorzunehmen haben. Ihre Leistungen beziffern sich daher auch ziemlich hoch, indem eine Sortirerin im Durchschnitt täglich 70 bis 80 kg Hadern (je nach der Qualität 50 bis 100 kg) zerschneidet und sortirt.

B. Dreschen.

Es liegt in der Natur der das Schneiden und Sortiren bezweckenden Arbeit, daß ein großer Theil des von den Fasern eingeschlossenen Staubes und Sandes frei wird und kleinere Stücke und Fetzen abfallen. Um nun die ersteren Theile leicht zu entfernen, ohne die anderen in Verlust gehen zu lassen, ist die Arbeitsfläche des Tisches mit einem Drahtgitter überzogen, durch welches die schwereren kleineren Verunreinigungen hindurchfallen, um in einer großen Schieblade aufgefangen zu werden, während die brauchbaren Hadern auf dem Gitter liegen bleiben und in die Sortirkästen gelangen. Unvermeidlich wird aber dem leichten Staube Gelegenheit gegeben, aufzuwirbeln, um dadurch nicht nur in hohem Maße die Fabrikräume zu verunreinigen, sondern insbesondere die Arbeiter in der nachtheiligsten Weise zu belästigen und für deren Gesundheit die bedenklichsten Folgen zu veranlassen, da die Hadern unzweifelhaft oft Träger gefährlicher Krankheitskeime sind. Um diesem sehr beachtenswerthen Uebelstande abzuhelfen, ist es dringend gerathen, die Hadern vor dem Sortiren einem Reinigungsprozesse zu unterwerfen, welcher, soweit als es ohne einen nennenswerthen Verlust an Fasern erreicht werden kann, die mechanisch eingeschlossenen Verunreinigungen beseitigt.

Zur Erreichung dieses Zweckes können zwei Wege eingeschlagen werden, indem man entweder die Hadern mit Wasser wäscht oder im trockenen Zustande ausklopft. Da das erste Mittel ein langwieriges und kostspieliges Trocknen der Hadern im Gefolge hat, so beschränkt man sich wohl ausschließlich auf eine trockene Abscheidung durch kräftiges Klopfen, welches erfolgreich nur vermittelst mechanischer Vorrichtungen und nicht mit Handarbeit zu erreichen ist und daher, zuerst in Amerika, zu besonders gebauten Maschinen den Anstoß gegeben hat, welche auf Grund ihrer eigenthümlichen Wirkung den passenden Namen Drescher (Haderndrescher, batteuse, *thrasher*) erhalten haben. Die ursprüngliche Einrichtung des Dreschers bestand in einem länglichen Kasten, in dem eine hölzerne mit eisernen Zapfen versehene achteckige Welle sich rasch drehte, deren Oberfläche mit zwei Reihen stumpfer Zähne versehen war, die sich bei der Drehung durch eine im Deckel des Kastens fest angebrachte dritte Reihe gleicher Zähne bewegten und die in den Kasten gebrachten Hadern eine Zeit lang in derselben Weise durcharbeiteten, wie der in den Spinnereien zum Auflockern des Spinnmaterials angewendete sogenannte Schlagwolf. Der bei dieser kräftigen Bewegung herausgeschleuderte schwere Staub, sowie Sand, Erde, Theile von Knöpfen u. s. w. fällt zum Zwecke der Entfernung durch die Oeffnungen eines konzentrisch unter der Schlagwelle angebrachten durchlochten Bodens in eine darunter vorhandene Staublade. — Dieser amerikanische Drescher war in so fern unvollkommen, als derselbe sowohl zum Beschicken als zum Entleeren menschliche Bedienung forderte, während der Beschickung zum Stillstande gebracht werden mußte und einer Vorrichtung zur Fortschaffung des leichten im Kasten herumfliegenden Staubes entbehrte.

Die neueren Konstruktionen der Drescher, welche auf demselben Prinzipe beruhen, unterscheiden sich von den ursprünglichen amerikanischen Dreschern ganz wesentlich, indem die eben erwähnten Unvollkommenheiten an denselben beseitigt und dadurch die Maschinen selbst bedeutend leistungsfähiger geworden sind. In jeder Beziehung gelungen sind die Haderndrescher von Voith in Heidenheim, weshalb es ausreicht an dieser Stelle die Konstruktion eines solchen Dreschers mit Hülfe der Fig. 1 (a. f. S.) und Fig. 2 (a. S. 37) in $^1/_{36}$ n. Gr. vor Augen zu führen.

Zunächst ist die eine lange Trommel in drei hinter einander liegende kurze Trommeln *I*, *II*, *III* verwandelt und hierdurch nebst einem kontinuirlichen Betriebe die Anbringung einer vortheilhafteren Speisevorrichtung in der Form eines Zuführtuches *D* ermöglicht. In den drei genannten Abtheilungen liegen, mit starken Wellen ausgerüstet, drei gußeiserne Trommeln *A*, deren jede an ihrem Umfange mit vier Zahnrechen *B* versehen ist, welche einzeln fünf kräftige Zähne besitzen, aus einem Stück hergestellt und mit der Trommel durch Schrauben verbunden sind. Ueber jeder Schlagtrommel ist ferner ein feststehender mit dem Gehäuse *H* verbundener Rechen *C* angebracht, dessen Zähne so gestellt sind, daß sich die Zähne der Trommeln kammartig durch dieselben bewegen. Die Trommeln *A* erhalten ihre Drehung durch die Riemscheiben *aaa* und laufen ununterbrochen fort, während das Zuführtuch *D* sowohl, als die Verschlußklappe *E* am Austrittsende der Maschine sich durch die Maschine selbststän-

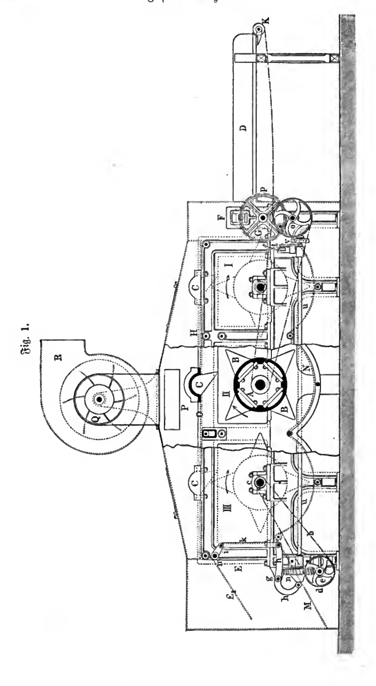
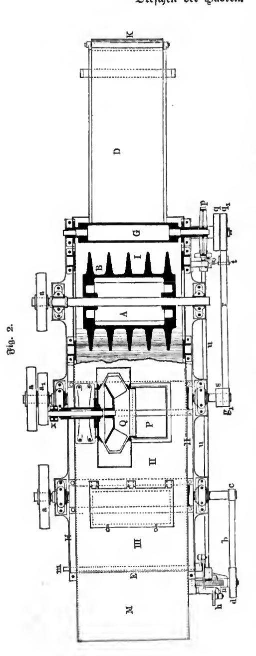


Fig. 1.


Fig. 2.

dig periodisch bewegen, und zwar in der Weise, daß, nachdem eine bestimmte Menge Hadern eine Zeit lang durchgearbeitet worden, die Verschlußklappe *E* sich öffnet, um die gereinigten Hadern herauswerfen zu lassen, worauf dann nach Schluß dieser Klappe das mittlerweile mit ungereinigten Hadern belegte Zuführtuch sich in Bewegung setzt, um mit Hülfe des Einziehwalzenpaares *F G* dem Drescher eine neue Menge Hadern zuzuführen. Diese periodischen Bewegungen werden folgendermaßen bewerkstelligt. Von der letzten Trommelwelle aus setzt sich vermittelst des Riemens *b*, der Riemenscheibe *c* und *d* eine Schnecke *e* in Bewegung, welche in ein Schneckenrad eingreift. Dieses Rad dreht sich in Folge dessen langsam herum und drückt bei jeder Umdrehung mit dem seitwärts daran sitzenden Knaggen *n* gegen das Ende des krummen, bei *g* drehbaren Hebels *h*, welcher seine durch die Gestalt des Knaggens *n* rasch verlaufende Bewegung vermittelst der Zugstange *k*, sowie des Hebels *i* auf die Welle *m* überträgt, an welcher die Klappe *E* aufgehängt ist, die dadurch in die punktirte Lage E_1 gelangt. Nachdem hier-

auf die Hadern durch die Drehung der Schlagtrommeln aus der frei gemachten Oeffnung herausgeworfen und auf die schräge Fläche *M* gebracht sind, und der Knaggen *n* den Hebel *h* wieder verlassen hat, fällt die Verschlußklappe *E* durch ihr eigenes Gewicht wieder zu. — In diesem Augenblicke soll dann auch die Thätigkeit des Zuführtuches *D* beginnen. Zu dem Zwecke ist dasselbe um die zwei Walzen *G* und *K* gespannt, wovon *G* (die untere Walze des Zuführwalzenpaares *F G*) eine periodische Drehung empfängt und zwar durch die Stirnräder *op* von der Riemscheibe *q* und dem Riemen *r* aus, welcher von der Riemscheibe *s* der mittleren Trommel *II* angetrieben wird, so lange der Riemen auf diesen Festscheiben *s* und *q* liegt, während die Bewegung sofort aufhört, wenn (wie in der Figur) der Riemen *r* vermittelst des Riemenführers *t* auf die losen Scheiben q_1 und g_1 geschoben wird. Diese Verschiebung des Riemens *r*, beziehungsweise des Riemenführers *t*, findet nun durch eine längs der Maschine hinlaufende drehbare Stange *u* statt. Nachdem nämlich die Klappe *E* geschlossen, erfaßt ein an der anderen Seite des durch die Schnecke *e* weiter bewegten Schraubenrades sitzende, mit einer unrunden Nuth versehene Scheibe einen Zapfen an der drehbaren Stange *u* und dreht diese so weit herum, daß der bei *v* angebrachte doppelarmige Hebel, welcher mittelst einer Zugstange mit der Stange *u* verbunden ist, den Riemenführer *t* gehörig verschoben hat. Die mit dem Schraubenrade sich drehende Nuth verläuft nun nach einer solchen Kurve, daß die Ausrückung des Riemens *r* erfolgt, wenn das Zuführtuch einen Weg gleich der Tischlänge *G K* zurückgelegt hat, so daß die auf das Tuch gelegten Hadern eine Füllung ausmachen. Die während des Einlaufens durch die Hadern gehobene Oberwalze *F* senkt sich dann wieder auf die Unterwalze *G* und schließt den Drescher ab, bis das Spiel von Neuem beginnt.

Zur Beseitigung der losgeschlagenen Verunreinigungen dienen zwei Systeme von Sieben. Das eine unten liegende, die drei Schlagtrommeln konzentrisch umgebende Sieb *N* läßt die schwereren Unreinheiten in den unteren Raum der Maschine fallen; das andere gerade gespannte obere Sieb *O O* schließt die Räume zwischen den Rechen *C* ab, um die leichten Staubtheile unter die den ganzen Drescher überdeckende Blechhaube *P* gelangen zu lassen, aus dem sie dann durch einen Exhaustor *Q* entfernt und durch das Rohr *R* in eine Staubkammer gejagt werden. Hierbei ist die Wirkung des Exhaustors so bemessen, daß im Drescher stets ein Minderdruck herrscht, so daß wohl Luft von außen durch die Fugen eindringen, aber nicht nach außen hinaus gelangen kann.

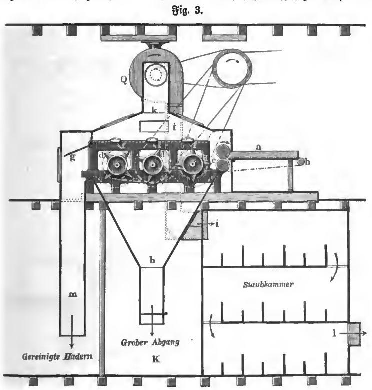
Mit Ausnahme des aus Holzstäben bestehenden Zuführtisches *D* sind sämmtliche Theile des Dreschers, wegen Vermeidung von Feuersgefahr, aus Eisen hergestellt, die sämmtlichen Oeffnungen im Gestell mit leicht wegnehmbaren Blechverkleidungen verschlossen und nur oben in der Haube zwei um Scharniere drehbare Klappen zur Reinigung, Besichtigung ꝛc. des oberen Raumes *P* angebracht.

Bezüglich der Geschwindigkeit ist zu bemerken, daß die Schlagtrommeln etwa 100 bis 120 Umdrehungen in der Minute machen, während sich die Zuführwalze *G* etwa zehnmal dreht. Bei dieser Geschwindigkeit reinigt dieser Drescher je nach der Haderngattung 6000 bis 10 000 kg in 12 Stunden mit

einem Arbeitsaufwand von drei bis vier Pferdestärken. — Uebrigens wird derselbe auch für kleinere Betriebe mit zwei Trommeln gebaut und verarbeitet dann in 12 Stunden etwa 3000 bis 6000 kg bei einem Arbeitsaufwande von zwei bis drei Pferdestärken.

Der Einführung der Haderndrescher hat lange Zeit der Einwand entgegengestanden, daß damit ein großer Faserverlust unvermeidlich sei und es läßt sich auch nicht in Abrede nehmen, daß bei einer schlechten Anordnung und Ausführung der Vorwurf gerecht sein mag. Namentlich führen spitzige Rechen und

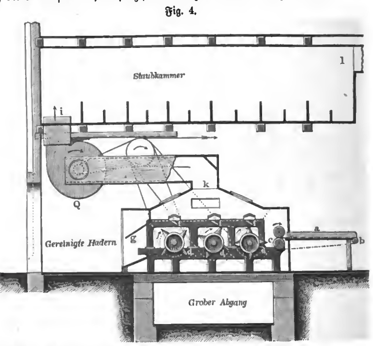
Fig. 3.



Siebe aus neben einander gelegten Eisenstangen deshalb erheblichen Verlust herbei, weil die ersteren die Hadern zu sehr zerzupfen und die letzteren selbst bei möglichst kleinen Zwischenräumen die sich zufällig parallel zu den Stäben legenden Fasern leicht durchlassen. Nachdem man aber, wie bei der beschriebenen Maschine, die Rechen mit abgerundeten, stumpfen Zähnen versehen und statt der Stabsiebe gelochte Bleche zur Anwendung gebracht hat, ist ein störender Verlust nur bemerkbar, wenn die Löcher der Siebe nicht richtig bemessen sind. Was diese nun anbetrifft, so sei hier bemerkt, daß erfahrungsgemäß sich für den Unterboden am besten Löcher von 6 bis 7 mm, für den Oberboden solche von 3 mm

Durchmesser eignen. Bei diesen Dimensionen ist die Zahl der Löcher in beiden Böden so groß, daß auf 1 qm Siebfläche 300 qcm Durchgangsöffnung kommt. Nach angestellten Versuchen beträgt in solchen Fällen der Abgang bei sogenannten reinen Hadern 3 Proz., bei schmutzigen Hadern 4 bis 5 Proz. Von diesem Abgange kommen auf die schweren Verunreinigungen 75 bis 66 Proz. und auf die leichten Verunreinigungen 25 bis 34 Proz. Um den hierdurch veranlaßten Faserverlust zu ermitteln, wurde der mit Wasser gehörig vermischte leichte Abgang durch ein feines Sieb (Nr. 60) geleitet und der schwere Abgang durch Auswaschen und Absetzenlassen in ihre Bestandtheile zerlegt. Dadurch stellte sich bei dem ersteren 0,08 Proz., bei dem zweiten 0,05 Proz., also im Ganzen

Fig. 4.



0,13 Proz. Verlust an Fasern heraus. Gegenproben mit Handarbeit zeigten einen höheren Verlust.

In Rücksicht auf den großen Vortheil, den die Anwendung des Dreschers insbesondere noch dadurch erzielt, daß die späteren Reinigungsarbeiten mit weniger Reinigungsmaterial viel schneller und kräftiger ihr Ziel erreichen, ist dieser mechanischen Reinigung alle Aufmerksamkeit zuzuwenden, namentlich auch von Seiten der Hadernhändler, und zwar um so mehr, als dabei auf die leichteste Weise sich auch eine Desinfizirung der verdächtigen Hadern durch Einwerfen von Chlorkalk oder phenylsaurem Kalk bewerkstelligen läßt.

Wenn zwar der Faserverlust bei Dreschern im Durchschnitt kaum nennenswerth ist, so kann es doch bei feinen Hadern lohnend erscheinen, die in den Abfall

gerathenen Fasern wieder zu gewinnen. Außerdem muß für ein bequemes Entfernen der lockeren Abgänge in der Weise Sorge getragen werden, daß hierbei belästigende Staubwolken nicht einen Theil des Drescherefolges vernichten. Beides erreicht man durch eine Anordnung der Staubkammern, welche das Entleeren außerhalb der Arbeitsräume und eine Abtrennung der einzelnen Staubtheile gestattet, indem diese über Hindernisse hinweggetrieben werden, welche sich ihnen in etwa 0,5 bis 0,7 m hohen Wänden entgegenstellen. Solche Anordnungen richten sich natürlich nach lokalen Verhältnissen, namentlich nach der Aufstellung des Dreschers in den oberen oder unteren Fabrikräumen u. dergl. Als bewährte Anlagen können die in Fig. 3 und 4 gezeichneten Beispiele gelten. In Fig. 3 (a. S. 39) ist eine Aufstellung des Dreschers in einem der oberen Räume gewählt und dabei leicht zu erkennen, daß der schwere Abgang durch den mit einem Schieber verschließbaren Schlauch *h* in eine große Kammer *K* fällt, um aus dieser in längeren Zwischenräumen seitwärts nach außen entfernt zu werden. Der leichte Abgang wird mittelst des Ventilators *Q* durch den Kanal *k* aus der Maschine und durch einen seitwärts absteigenden Kanal *i i* oben in die Staubkammer getrieben, welche hier aus drei Schichten besteht, die mit 0,7 m und 0,5 m hohen Querwänden versehen sind, gegen welche sich die Fasern ꝛc. fangen, um sich größtentheils, nach Schwere und Beschaffenheit getrennt, abzusetzen, während der Luftstrom mit dem ganz leichten Staube durch *l* abzieht. Bei dieser Aufstellung gelangen die von dem Zuführtuche *a* und den Speisewalzen *c* den drei Dreschwellen *d d d* übergebenen, durch die Klappe *g* aus dem Drescher bei *g* herausgeworfenen Hadern durch das Rohr *m* in den Sortirsaal. — Fig. 4 zeigt die Anlage einer Staubkammer ꝛc. in dem Falle, wo der Drescher zu ebener Erde aufgestellt ist, und bedarf keiner weiteren Erklärung, als daß die Buchstaben dieselbe Bedeutung haben wie in Fig. 3.

C. Schneiden.

Beim Zerschneiden der Hadern mit der Hand ist nur beabsichtigt, eine Zertheilung bis zu dem Grade vorzunehmen, als zur Sortirung und zur Abscheidung solcher Substanzen und Theile erforderlich ist, welche vor der weiteren Verarbeitung entfernt werden müssen, weshalb die sortirten Hadern von sehr verschiedener Größe sind. Solche Verschiedenheit in der Größe wirkt aber sehr ungünstig auf die weitere Behandlung der Hadern ein, z. B. in der Weise, daß beim Waschen größere Lappen die kleineren umhüllen und der Einwirkung der Waschmittel entziehen, daß beim Zerkleinern große Unregelmäßkeiten eintreten u. dergl. Aus dem Grunde ist ein weiteres Zerschneiden zu dem Zwecke nothwendig, die Flecken auf annähernd gleiche Größe zu bringen und zwar nach der Regel, daß die gröberen in kleinere Stücke getheilt werden als die feineren. Die erfahrungsmäßig festgestellte Größe der viereckigen Stücke ist etwa 30 mm Länge und Breite für die gröbste und 50 mm Länge und Breite für die feinste Sorte. — Nur da, wo auch dieses Zerschneiden noch mit einem Auslesen verbunden werden muß, findet

es mit der Hand statt; in den Fällen aber, wo es weitere persönliche Aufmerksamkeit nicht fordert, sind wohl jetzt ausschließlich Maschinen (Hadernschneider, coupeuse, dérompoir, coupe-chiffons, *rag-cutting engine*) in Gebrauch.

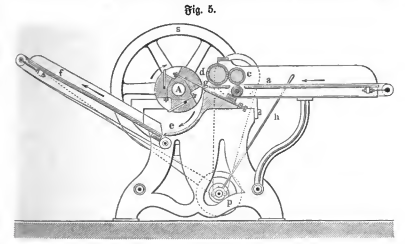
Der erste Hadernschneider war den bekannten Schneideladen nachgebildet, welche zum Zerschneiden von Stroh in Häcksel oder von Tabak gebraucht werden, und bestand demnach aus einem starken, an einem Hebel befindlichen Messer, das, in einer Vertikalebene schwingend auf- und niederbewegt, an einem zweiten Messer (Stockmesser) vorbeistreicht, das fest an der unteren Kante eines Kanals angebracht war, durch welchen die Hadern vermittelst Stachelwalzen zwischen die scheerenartig wirkenden Messer geschoben wurden. Die Unvollkommenheit dieser Maschine leuchtet sofort ein, wenn man bedenkt, daß die Bewegungsart nur eine beschränkte Anzahl von Schnitten (höchstens 150 in der Minute) und die Wirkungsart wegen der wechselnden Entfernung des Widerstandes von dem Drehpunkt keine zweckmäßige Ausgleichung zwischen Kraft und Widerstandsmoment zuläßt. Außerdem war die große Zähigkeit des Hadernmaterials häufig Veranlassung zum Bruch des Messers, zur starken Abnutzung des Drehbolzens 2c. — Die neueren Hadernschneider zeichnen sich fast sämmtlich dadurch aus, daß die zerschneidenden Werkzeuge in größerer Zahl, schneller und gleichmäßiger zur Wirkung gelangen und zerfallen in folgende vier Systeme.

1. Mehrere, gewöhnlich drei Schneiden kommen in ähnlicher Weise wie bei der eben beschriebenen Lade, aber in schneller Folge, dadurch zur Wirkung, daß sie in radialer Lage auf der ebenen Fläche einer kreisrunden Scheibe oder eines Rades angebracht sind, die sich mit einer Geschwindigkeit von etwa 150 Umdrehungen in der Minute so vor dem Kanal herdreht, daß die Messer an dem Stockmesser vorbeistreifen. Da diese Scheibenhadernschneider auch an dem Uebelstande leiden, daß die Kraft in verschiedenen Hebelarmen und daher ungleichmäßig vertheilt wirkt, so sind sie wenig in Anwendung gekommen.

2. Die Schneiden sitzen auf der Umfläche eines Zylinders und bewegen sich mit diesem sich drehend an einem feststehenden horizontalen Messer (Stockmesser) vorbei. — Als Typus dieses Systems kann die in nebenstehenden Figuren 5 (in $^1/_{25}$ n. Gr.) und 6 dargestellte, viel in Aufnahme gekommene Maschine gelten. Auf der Arbeitswalze A, welche 300 mm im Durchmesser hat, befinden sich, gegen die Achse geneigt, in keilförmige Aussparungen eingeschoben und, wie die Fig. 6 zeigt, durch Keile m und Zugschrauben s einstellbar und festgehalten, drei Messer nnn, welche bei ihrer Drehung hart an der genau nach Bedürfniß einzustellenden Stahlschiene g vorbeistreifen. Die durch ein endloses Zuführtuch a herbeigebrachten Hadern werden nun von dem Speisewalzenpaar c einer mit starken Stacheln besetzten Walze d zugeschoben und von dieser und der Stahlschiene g den auf A folgenden Messern in der Weise dargeboten, daß sie je nach der Geschwindigkeit der Zubringung in mehr oder weniger lange Theile zerschnitten werden. In der Regel macht die Walze 150 bis 200 Umdrehungen, also 450 bis 600 Schnitte in der Minute und bedarf deshalb, um gleichmäßig zu laufen, eines schweren Schwungrades s. Die 100 bis 130 mm dicke Walze d ist mit Fingern oder Stacheln von 15 bis 25 mm Dicke und Länge besetzt, an den Zapfen durch Gewichte belastet und daher nachgiebig ge-

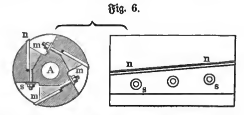
lagert, damit dünnere und dickere Partien den Messern gleichmäßig dargeboten werden können. Die zerschnittenen Hadern fallen zuerst in eine unter der Walze liegende Mulde *e* und gelangen dann auf das Tuch ohne Ende *f*, welches sie in der Richtung des Pfeiles mitnimmt und abwirft. Der Antrieb sämmtlicher Theile erfolgt von der Welle *p* aus, die ihre Bewegung von der Transmission erhält und mittelst Riemen sowohl auf die Arbeits- und die Speisewalzen, als auf das Zu- und Abführtuch überträgt. Um dabei den Speisewalzen verschie-

Fig. 5.



dene Geschwindigkeiten ertheilen zu können, werden sie und die Welle *p* mit Stufenscheiben versehen. Ein Hebel *h* dient zum Ein- und Ausrücken der Kuppelung.

Fig. 6.

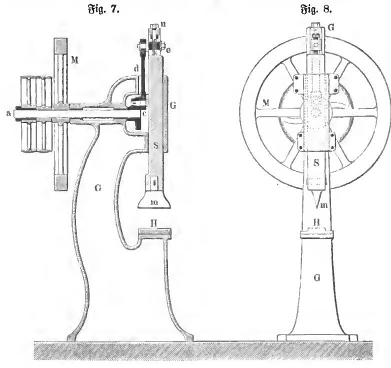


3. Als Schneidewerkzeuge dienen kreisrunde Stahlscheiben, welche an der Peripherie schneidig geschliffen sind und gewöhnlich wie Kreisscheeren paarweise zusammen arbeiten. Dieselben sitzen in passender Entfernung (3 bis 5 cm) und Zahl (6 bis 8) auf ein Paar horizontaler Wellen vertheilt, welche sich gegen einander drehen, die oben oder seitwärts zugeführten Hadern fassen und zerschnitten unten durch einen Trichter wieder abgeben. — Der auf diesem Prinzipe beruhende Haderschneider zeichnet sich nicht nur durch die kontinuirliche Wirkung, sondern auch dadurch aus, daß die Hadern in gleich breite Streifen geschnitten werden, die, noch einmal durch die Maschine gebracht, in quadratische Stücke

zertheilt sind. Außerdem arbeitet er ohne Stoß, also ohne alle die mit Stöße verbundenen Nachtheile. Trotzdem hat er bis jetzt deswegen wenig Aufnahm gefunden, weil die Stahlscheiben, sowohl wegen des häufigen Nachschleifens al des Schadhaftwerdens, oft ausgewechselt und ersetzt werden müssen, was unlieb same Betriebsstörungen verursacht.

4. Als Schneidewerkzeuge werden meißelartige Messer neben einande angeordnet und durch Aufstoßen auf die Hadern, also durch Hacken zur Wirkun gebracht. — In einfachster Anordnung dient diese Maschine zum Zerhacken seh grober Hadern und besonders der Taue. Sie besteht dann, wie Fig. 7 u. 8 i

Fig. 7. Fig. 8.

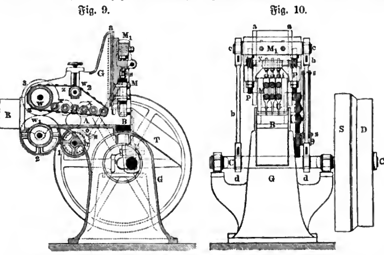


$^1/_{30}$ n. Gr. erkennen lassen, aus nur einem Messer *m*, das von unten her mit einer Angel in den Schlitten *S* eingesetzt ist, welcher in Führungen des gußeisernen Hohlgestelles *G* auf und ab bewegt wird und zwar von der Welle *a* aus, die bei *c* einen exzentrischen Zapfen besitzt, der sich im Kreise bewegt und mittelst der Zugstange *d* und des Zapfens *e* am Schlitten *S* angreift. Um nach Bedürfniß die Höhe des Messers *m* über dem die Hadern aufnehmenden Block *H* verändern zu können, ist der Zapfen *e* in einen Schlitz des Schlittens *S* durch eine Schraube *u* zu verschieben und zugleich festzustellen. — Diese Maschine macht in der Regel 60 Schnitte in der Minute mit 150 mm Hubhöhe und gebraucht zum Betriebe etwa eine halbe Pferdestärke, wobei ein ziemlich schweres

Schwungrad *M* die Stöße ausgleicht. — Hierher gehört auch der Schneider von Bracker u. Söhne in Hanau. Die Hadern gelangen bei dieser Maschine durch zwei Vorschubwalzen auf eine große Holztrommel, auf welcher sie mittelst eines von oben durch ein Exzenter abwärts bewegten Messers zerschnitten und dann durch eine periodische Drehung der Trommel fortgeführt werden.

Die genannten Hadernschneider sind sämmtlich nur im Stande, die Hadern in einer Richtung zu schneiden, weshalb bei ihnen die Schnittoperation wiederholt werden muß, um einigermaßen gleichmäßig geschnittene Stücke zu bekommen. Hierdurch aber entsteht außer vermehrter Arbeit auch Zeit- und Faserverlust und ist daher die Konstruktion solcher Maschinen ein Fortschritt, welche die Hadern in einem Durchgange fertig schneiden. Die erste hierauf hinzielende Einrichtung gab Donkin seinen Hadernschneidern, indem er mit einem langen Messer drei rechtwinkelig zu dessen Fläche angesetzte Quermesser vereinigte, so daß

Fig. 9. Fig. 10.



die Schneiden wie nebenstehende Figur angeordnet sind. Beim Betriebe der Maschine treunt das lange Längsmesser von dem Lumpenkörper, entsprechend dem rotirenden Schneider, ein Stück von bestimmter Breite ab, während zu gleicher Zeit die drei Quermesser dieses Stück in vier gleiche Theile zerlegen. Einen weiteren leicht zu erreichenden, sehr wesentlichen Vortheil bringt das Prinzip dieser Donkin'schen Maschine noch dadurch hervor, daß die Arbeit ohne Stoß erfolgt, indem die gemeinschaftlich an einem Messerkasten sitzenden Messer durch Kurbeln bewegt werden, wodurch nach dem Gesetz der Kurbelbewegung der Druck, den die Messer beim Schnitt ausüben, stetig wächst, die Schnittwirkung ebenfalls allmählich steigert und im letzten Augenblicke am stärksten und gewaltsamsten macht.

Eine der neuesten und zweckmäßigsten Anordnungen dieser auch „Guillotine-Schneider" genannten Hadernschneidemaschinen rührt von Voith in Heidenheim her und ist in vorstehenden Fig. 9 und 10 in $^1/_{36}$ n. Gr. zur

Anschauung gebracht. Der Haupttheil ist der mit M bezeichnete Messerkasten, welcher, mit dem Querbalken M_1 verbunden, an genauen vertikalen Führungen aa des Hohlgußgestelles G auf und nieder gleitet und unten die aus der Zeichnung leicht erkennbaren vier Messer (das Längsmesser U mit den drei Quermessern) aufnimmt, welche auf den Zinkblock B aufstoßen. Zur Bewegung dienen die zwei Lenkstangen bb, welche bei cc an Zapfen den Querbalken mit Messerkasten aufnehmen und bei dd direkt die Kurbelzapfen der starken Hauptwelle CC umschließen, welche durch die mit dem Schwungrade S zusammengegossene Riemscheibe D in Umdrehung versetzt wird. Zum Unterschieben der Hadern unter die Messer dient der im Hohlgestelle aufgesparte Kanal A mit einem automatischen Speiseapparate. Dieser besteht zunächst aus den zwei Walzen w und w_1, auf deren verlängerten Wellen zwei in Eingriff stehende Zahnräder 2 und 3 sitzen, wovon 2 von dem Zahnrade 1 angetrieben wird, das eine periodische Bewegung durch ein Schaltrad r erhält, welches von der am Messerkasten sitzenden und somit auf und nieder gehenden Schaltstange s mit Kegel o geschaltet wird. Um die Walze w läuft sodann ein endloses Zuführleder zz, gestützt von den sechs kleineren geriffelten Walzen xx, die auch sämmtlich durch Transporteurräder bewegt werden, und durch die mittelst Schrauben angezogene Spannwalze w_2 gehörig gespannt. Die von einem Arbeiter in die Rinne R gelegten Hadern werden von dem Walzenpaare ww_1 gefaßt, von dem Lederriemen zz weiter geschoben und stark verdichtet, so daß die Messer keine lockere Masse vorfinden und die geschnittenen Hadern durch den Vorschub der frischen in den Austrittskanal T gelangen. — Die vorstehende Maschine macht etwa 60 Schnitte in der Minute bei einem Messerhube von 160 mm. Nach jedem Schnitte dreht sich das Speisewalzenpaar um $^1/_9$, was bei 14 cm Abstand des Riemens z von der Walzenmitte einem Vorschub von 45 mm pro Schnitt entspricht. Sie beansprucht zum Betriebe zwei Pferdestärken und schneidet dann in 12 Stunden etwa 4500 kg Hadern. — Die Messer dieses Schneiders müssen etwa alle zwei bis drei Arbeitstage neu geschliffen und zugerichtet werden, weil sie bei jedem Schnitte in die Unterlage eintreten und durch das zähe Hadernmaterial sich stark abnutzen. Es ist daher wichtig, daß man dieselben leicht und schnell auswechseln und dabei genau einstellen kann; dies erfolgt durch die drei Schrauben i. Wie die Zeichnung ergiebt, wird die Lage des Messerkastens M gegen das mit den Lenkstangen verbundene Querstück M_1 durch zwei starke Schrauben pp gesichert und durch diese die Stellung des Messerkastens bezw. der Messer vorgenommen. Um nun hierbei die genannten Schrauben genau gleichmäßig drehen zu können, sind sie mit Schneckenrädchen versehen, in welche zwei auf einer gemeinschaftlichen Welle y sitzende Schnecken eingreifen.

II. Reinigen der Hadern.

Die Natur der Hadern, namentlich die Art ihrer Aufbewahrung vor und nach dem Sammeln, bringt es mit sich, daß dieselben eine bedeutende Menge von Stoffen und Gegenständen beherbergen und an sich tragen, welche zum Zwecke der Papierfabrikation auf das Sorgfältigste beseitigt werden müssen und, da sie beim Schneiden und Sortiren nur zum geringen Theile abfallen, besondere Reinigungsarbeiten erforderlich machen, die wesentlich von der Beschaffenheit der zu entfernenden Stoffe abhängen.

So verschieden und verschiedenartig nun diese letzteren bei oberflächlicher Betrachtung zu sein scheinen, so lassen sie sich doch in drei Gruppen bringen, indem sie:

Erstens, von den Fasern in den Zwischenräumen der Gewebe eingeschlossen oder an denselben festgehalten werden (Staub, Sand, Erde, Nägel, Nadeln, Knöpfe ꝛc.);

Zweitens, durch vollständige Verklebung in Folge der Anwesenheit von eingetrockneten Oelen, Fetten, Harzen, Leim, Stärke, Theer u. dergl. mit den Fasern befestigt sind und

Drittens, durch chemische Affinität in Folge des Färbens, Bedruckens ꝛc. als Rostflecke u. dergl. förmlich mit der Fasersubstanz sich verbunden haben oder, wie die sogenannten inkrustirenden Materien bei der ungebleichten Leinwand, natürliche Bestandtheile der Fasern bilden.

Diesen drei Gruppen entsprechen auch im großen Ganzen die Mittel und Arbeiten, welche die Beseitigung der in Rede stehenden Stoffe bezwecken, denn während die lose in den Gewebeporen sitzenden (sog. mechanischen) Verunreinigungen durch äußere, klopfende, schüttelnde und abstreifende (mechanische) Mittel abgesondert werden können, ist bei den festgeklebten schon die Anwendung auflösender, und bei den chemisch gebundenen, sowie zur Beseitignng der natürlichen Farbstoffe die Anwendung zerstörender Mittel erforderlich, welche chemisch und insbesondere bleichend einwirken. — Da nun die mechanischen Mittel die Hadern wesentlich im trockenen und die chemischen wesentlich im nassen Zustande behandeln, so kann man passend unterscheiden:

A. die trockene oder mechanische Reinigung,
B. die nasse oder chemische Reinigung.

A. Die trockene oder mechanische Reinigung.

Der Grad der Leichtigkeit, mit welcher sich die Verunreinigungen auf trockenem Wege entfernen lassen, ist sehr verschieden und abhängig von der Art, wie diese den Hadern anhaften.

Die eine Gattung befindet sich nämlich als Staub an der Oberfläche oder doch von den Fasern oder dem Gewebe nur oberflächig festgehalten. Diese löst sich durch Schlagen, Schütteln, Rütteln leicht ab und verlangt zur Fortschaffung nur solche Mittel, welche eine schüttelnde oder schlagende Bewegung mit einer absiebenden verbinden.

Die zweite Gattung umfaßt aber solche Theile, welche im Inneren von den Fasern um- und eingeschlossen sind. Diese machen zunächst eine Befreiung von den einschließenden Fasern und die Bildung von Ausgängen ins Freie nothwendig, indem man die Hadern zerstückelt und in die Fasern auflöst.

Die trockene Reinigung kann demnach gründlich nur stufenweise mit einer allmählichen Zerkleinerung der Hadern fortschreiten, und beginnt daher bereits mit dem Dreschen (S. 34), wird durch das Schneiden (S. 41) weiter vorbereitet und schließt mit einer Behandlung, welche dem Dreschen nahe verwandt ist. Bei diesem Vorgange tritt nun aber bald die Gefahr eines bedeutenden Faserverlustes und damit die Frage auf, in welchem Augenblicke die mechanische Reinigung zweckmäßig eingestellt wird.

Hier ist zunächst zu berücksichtigen, ob die Hadern den Drescher passirt haben; weil nämlich durch das Dreschen ein sehr bedeutender Vorsprung gewonnen wird, so sollte auch deshalb diese Arbeit nie unterbleiben. Dann kommt natürlich die Beschaffenheit der Hadern, d. h. der Grad ihrer Verunreinigung, in Betracht und in Bezug auf diesen Punkt ist zu bemerken, daß im Allgemeinen grobe Verunreinigungen im Inneren der Gewebe selten vorkommen, weil sie ja schwer durch die Poren von außen nach innen dringen, darum sich vielmehr hauptsächlich an den Außenflächen aufhalten und nur wenig Mühe zum Abschütteln erfordern, das deshalb auch nur Stäuben genannt wird. Weil aus diesem Grunde eine viel weniger energische Einwirkung als beim Dreschen nothwendig wird und doch genügt, so hat sich für die Praxis durchschnittlich eine einmalige Behandlung auch der groben Hadern zum Zwecke der trockenen Reinigung für ausreichend gezeigt, wenn dieselben vor dem Sortiren im Drescher bearbeitet sind.

Je nach der Feinheit der Hadern kann und soll außerdem die Auswahl der Mittel getroffen werden, welche das Stäuben bewerkstelligen, indem in einem Falle ein gelindes Rütteln genügt, während im anderen Falle ein sehr kräftiges Schütteln und Klopfen angewendet werden muß.

Stäuber. Die schonendste Bearbeitung erfährt das Hadernmaterial durch ein einfaches gelindes Absieben und sind deshalb für diesen Zweck die Siebtrommeln oder offenen Stäuber konstruirt. Der Hauptsache nach besteht dieser Stäuber aus einer sich drehenden achteckigen Trommel von 4,5 m Länge und 1,25 m Diagonale, welche mit einem Drahtgewebe oder besser gelochtem Blech überzogen ist, dessen Maschen oder Oeffnungen etwa 5 bis 7 mm weit sind, und welches etwa $^7/_8$ der Trommellänge bedeckt. Die Hadern werden an dem offenen etwas höher liegenden Ende der Trommel übergeben, durch die Drehung der letzteren sanft gerüttelt und durch ihre geneigte Lage ununterbrochen dem anderen Ende zugeführt, aus dem sie dann in einen besonderen Raum fallen, während sich der durch die Sieböffnungen fallende Staub in abgeschlossenen

Räumen ansammelt. — Die Umdrehung der Trommel erfolgt durch Zahnräder, wovon eines durch eine Transmission angetrieben wird und das zweite mit einem Ringe zusammen gegossen ist, der auf zwei Rollen aufliegt und das vordere Trommelende trägt. Das siebfreie Ende ist durch eine Platte abgeschlossen, die in der Mitte einen Drehzapfen besitzt. Die gegen das Herumfliegen des Staubes nothwendige Umhüllung besteht aus einem leichten Blechgefäße, dessen obere halbzylindrische Hälfte um Scharniere drehbar ist, um die Trommel zugänglich zu machen.

Eine kräftigere Wirkung ist mit diesem offenen Stäuber zu erzielen, wenn man auf den acht Eckstäben eine Anzahl nach innen gerichteter etwa 15 cm langer stumpfer Stäbe anbringt, welche das Rollen der Hadern in der Trommel noch mehr als die achteckige Form vermeiden, indem sie dieselben mit hinaufnehmen und erst von einer höher gelegenen Stelle herunterfallen lassen.

Bei dem offenen Stäuber ist die Bearbeitung zwar die schonendste, aber auch die unvollkommenste, weil in Folge des Rollens die Hadern sich gegenseitig umhüllen und dadurch wenigstens theilweise der Wirkung entziehen. Wenn man daher eine weitergehende und gleichmäßigere, d. h. mit größerer Sicherheit auf sämmtliche Hadern ausgedehnte Wirkung hervorbringen will, ist es geboten, die einzelnen Hadernstücke aus einander zu bringen, bevor sie zum Absieben gelangen. Da diese Arbeit nahe verwandt mit derjenigen, welche zu gleichem Zwecke in den Spinnereien zum Reinigen und Auflockern von Spinnmaterial, namentlich Baumwolle, vorgenommen wird, so ist begreiflich, daß die hier als Oeffner oder Wolf in Anwendung stehenden Maschinen als Vorbild für die Konstruktion der sogenannten geschlossenen Hadernstäuber oder Hadernwölfe (loup-briseur, *diable*) dienten und daß sämmtliche Systeme der Baumwollöffner mit entsprechenden Modifikationen auch zum Oeffnen der Hadern in Benutzung gekommen sind. Man unterscheidet dabei den Reißwolf von dem Schlagwolf nach der Art der Wirkung, indem der erste das Bestreben hat das Material aus einander zu reißen, der zweite dahingegen die Auflockerung mittelst Werfen und Schlagen hervorbringt. Weil es nun bei dem trockenen Reinigen der Hadern, wegen des großen Faserverlustes, nicht beabsichtigt sein kann die Hadern zu zerreißen, so ist leicht begreiflich, warum man die Anwendung des Prinzipes des Reißwolfes bald aufgegeben und nur das Prinzip des Schlagwolfes beibehalten hat.

Die wirksamen Organe eines Schlagwolfes bestehen aus einer sich rasch drehenden Welle, deren Oberfläche mit Schlagstäben besetzt ist, von denen die Hadern ergriffen und in einem den Schlagapparat umschließenden Gefäße herumgeworfen werden, sowie aus einem Siebe, durch dessen Oeffnungen die Staubtheile entweichen. Die Mannigfaltigkeit dieser Wölfe rührt nur her von der Gestalt, Anzahl, Länge und Lage der Schlagwelle und deren Arme, von der Art der Hadern-Zu- und Abführung und der Anordnung der Siebe, so daß man wohl zylindrische, konische, einfache, zwei- und mehrfache Wölfe oder Stäuber mit Hand- oder automatischer Speisung 2c. unterscheidet.

Die Schlagstäbe sind gewöhnlich des elastischen Schlages wegen längere (20 bis 25 cm lange), zylindrische Stäbe, welche in Schraubenlinien auf der

Schlagwelle (auch wohl einer Trommel) in etwa 7 bis 10 cm Abstand von einander angebracht werden; nur wenn es sich um ein sehr kräftiges Angreifen handelt, bilden sie kurze fingerartige Vorsprünge von etwa 10 cm Länge, in Reihen nahe bei einander stehend. — Von besonderer Wichtigkeit sind die Siebe, welche die Schläger entweder in Zylinderform oder als ein achteckiges Prisma umgeben und so beschaffen sein müssen, daß sie die abgelösten Theile aber keine Fasern durchlassen. Sie werden entweder aus gelochtem Bleche, Drahtgewebe oder aus neben einander gelegten Stäben (Rost) hergestellt. Wenn man hierbei berücksichtigt, daß Sieböffnungen aus runden oder viereckigen in die Diagonale gestellten Stäben, also von beistehendem Querschnitte, lauter Trichter bilden, die sich nicht nur leicht verstopfen, sondern auch eine Menge Fasern durchziehen, so erklärt sich die Geneigtheit, gelochte Bleche oder Roste vorzuziehen, die aus vierеckigen Stäben bestehen, welche in der durch nebenstehende Figur erkennbaren Weise neben einander gelegt werden, so daß sich die Durchtrittsöffnungen nach außen erweitern. Die Maschengröße, also der engste, obere Abstand der Stäbe soll dabei 6 mm nicht überschreiten. — Die Zuführung, sowie die Abführung der Hadern hat mit einer dem ganzen Prozeß angepaßten Geschwindigkeit und Regelmäßigkeit zu geschehen, damit eine gleichbleibende Bearbeitung eintritt. Am zweckmäßigsten erfolgt sie durch sogenannte Lattentücher oder endlose Tücher. Oft gestatten die Oertlichkeiten eine solche Aufstellung dieser Reinigungsmaschine, daß die Hadern direkt vom Schneider in dieselbe gelangen. — Die Lage der Welle ist gewöhnlich horizontal, mitunter vertikal und in letzterem Falle oft mit Schlagarmen versehen, die in einer Kegelfläche liegen (**konischer Wolf**). — Während früher die Hadernwölfe in der Regel nur mit einer Arbeitswelle ausgestattet waren, geht man in neuerer Zeit immer mehr und mehr zu solchen Konstruktionen über, bei welchen mehrere Wölfe unmittelbar so hinter einander angebracht sind, daß die Hadern direkt von einem in den anderen gelangen und dadurch zwei- bis viermal durchgearbeitet werden (**Eisenbahnstäuber**). Die Vortheile dieser Anordnung bestehen nicht nur in einer gründlicheren, sondern auch schonenderen Behandlung, weil man kleinere Geschwindigkeiten der Schläger anwenden kann. Gewöhnlich besteht ein solcher Wolf aus vier Schlagwellen. — Höchst zweckmäßig hat sich beim Hadernwolf die Anbringung eines Ventilators erwiesen, welcher allen im Gehäuse herumfliegenden Staub mit den abgerissenen Fasern wegsaugt und nach einer besonderen Staubkammer treibt, wo sich der Abfall zu einer Masse anhäuft, aus der die etwa mitgerissenen Fasern wiedergewonnen werden können.

Als das Muster eines Stäubers kann die in Fig. 11 u. 12 in $1/_{40}$ n. Gr. gezeichnete Konstruktion gelten. Derselbe besitzt zunächst vier Schlagsysteme *A*, wovon jedes aus einer Trommel *B* mit 10 Schlagarmen besteht, die sich sämmtlich nach einer Richtung drehen und sich die Hadern zuwerfen. Diese werden mit der Hand auf das Zuführtuch *C* gelegt, welches, von der Walze *D* bewegt, dieselben mit entsprechender Geschwindigkeit den Schlagarmen des ersten Systems zuführt. Der Austritt der gestaubten Hadern erfolgt am

anderen Ende E der Maschine, mit Hülfe des schräg aufsteigenden Abführtuches F, welches von der Walze G bewegt wird. Die unteren, aus gelochtem

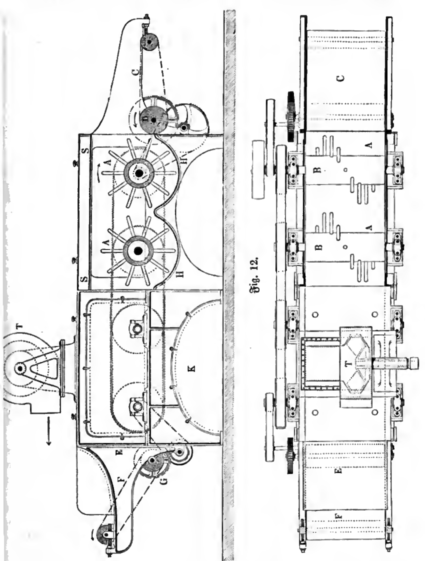


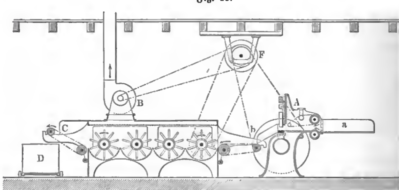
Fig. 12.

Blech hergestellten Siebböden H, H umgeben die Schlagtrommeln konzentrisch und dienen zum Durchlassen der schweren Theile, die sich in den unteren mit Blechthüren K verschlossenen Räumen des aus Eisen konstruirten Gestelles

ansammeln. Das obere über sämmtliche Schläger hinweglaufende horizonta gespannte Sieb S, ebenfalls aus gelochtem Blech, läßt die feinsten Theile durc die Wirkung des Ventilators T in die Staubkammern gelangen. (Von den Sieb öffnungen gelten die beim Drescher aufgestellten Regeln.) Die Betriebs einrichtung ergiebt sich ohne Weiteres aus den Zeichnungen.

Die Schlagtrommeln dieses von Voith in Heidenheim ausgeführter Stäubers machen etwa 200 Umdrehungen in der Minute. In derselben Zei bewegt sich die Walze D mit 10 Umdrehungen, entsprechend einer Geschwindig keit von 0,16 m in der Sekunde, während die Abzugswalze G sich dreht mi 80 Umdrehungen in der Minute, entsprechend einer Geschwindigkeit von 0,96 n in der Sekunde. Der Exhaustor T macht 700 Umdrehungen in der Minute. — Bei einem Kraftverbrauch von zwei Pferdestärken reinigt diese Maschine in 1 Stunden etwa 10 000 kg Hadern.

Fig. 13.



Zu bemerken ist hierzu noch, daß die Hadern zweckmäßig von dem Tuche ohne Ende F in einen untergeschobenen Wagen geworfen, oder aber, wenn der Stäuber in einer oberen Etage aufgestellt ist, einfach von einem Schlauche aufgefangen werden und so direkt in den unteren Raum gelangen. In diesem Falle ist das Abführtuch F ganz überflüssig.

Der Luftstrom des Stäuber-Exhaustors wird mitunter in eine, mit dem Drescher gemeinschaftliche Staubkammer geführt. In diesem Falle sind die Staubkanäle je mit einem Absperrschieber zu versehen, damit bei Stillstand der einen Maschine der Staub der anderen nicht in die erstere getrieben wird.

In solchen Papierfabriken, in welchen Haderschneidemaschinen gebraucht werden, ist es sehr empfehlenswerth, die geschnittenen Hadern ohne Weiteres, d. h. direkt vom Schneider, dem Stäuber zuzuführen, weil dadurch an Transportarbeit gespart wird. Je nach der Oertlichkeit ist die hierfür zu treffende Anordnung verschieden, doch giebt es wohl kaum mehr als zwei Fälle: entweder steht der Schneider in einer oberen und der Stäuber in einer unteren Etage, oder beide stehen in derselben Etage. Im ersteren Falle geht vom Schneider ein Abfallkanal (sogenannter Schlauch) durch den Fußboden und mündet hier über

dem Zuführtuche des Stäubers, im zweiten Falle werden beide Maschinen neben einander gerückt, wie nebenstehende Skizze, Fig. 13, vor Augen führt. Der Schneider *A* mit Guillotinemessern nimmt bei *a* die Hadern auf und giebt sie geschnitten bei *b* auf das Zuführtuch des Stäubers *B*, aus dem sie durch das Abführtuch *C* in den Korbwagen *D* gelangen. Durch diese Kombination gewinnt man noch den Vortheil, daß man beide Maschinen von einer Transmission *F* aus antreiben kann.

B. Die nasse oder chemische Reinigung.

Auf S. 47 ist erörtert, daß jene Verunreinigungen der Hadern, welche entweder mit den Fasern verklebt, oder damit förmlich chemisch verbunden sind, nur mit Hülfe auflösender oder zerstörender Mittel entfernt werden können und daß hierin die Aufgabe der nassen oder chemischen Reinigung besteht. Zur Lösung dieser Aufgabe kann man sich verschiedener Mittel und Methoden bedienen je nach der Beschaffenheit der zu entfernenden Stoffe. Diese aber zerfallen der Natur der Sache nach in zwei Klassen, nämlich in solche, welche sich in Wasser lösen und solche, welche zur Lösbarmachung besondere chemische Mittel in Anspruch nehmen. Demnach wird in manchen Fällen ein einfaches Auswaschen mit Wasser genügen, in anderen Fällen aber das erwünschte Resultat erst durch Behandlung mit chemischen Agentien zu erreichen sein.

Bei eingehender Untersuchung der Hadern stellt sich nun heraus, daß die der ersten Klasse angehörenden Stoffe in viel geringerer Menge auftreten, als diejenigen der zweiten Klasse, welche bedeutend überwiegen und daß sich die ersteren fast lediglich auf die Reste beschränken, welche von der Appretur herrühren und wesentlich aus Leim, Stärke u. dergl. bestehen, sowie auf einige, wenige beim Gebrauch aufgenommene, ähnliche Substanzen; daß dahingegen der Hauptschmutz der Hadern von den der zweiten Klasse angehörenden Stoffen (Oelen, Fetten, Harzen, Farben, Theer u. dergl.) abstammt. Diesem Umstande ist es demnach zuzuschreiben, daß die Hauptaufgabe der Reinigung in der Beseitigung dieser Stoffe liegt und daß die Behandlung mit reinem Wasser erst dann zum Ziele führen kann, wenn durch Einwirkung chemischer Mittel auch derjenige Schmutz zur Lösung vorbereitet ist, welcher der oben genannten zweiten Klasse angehört. Mit voller Berechtigung wird daher ein einfaches Waschen der Hadern vor dieser Einwirkung im Allgemeinen für eine überflüssige und unnütze Arbeit angesehen, die nur in den seltenen Fällen vorkommen sollte, wo die Hadern die Einwirkung chemischer Mittel zwar nicht nothwendig machen, aber doch der spätere Prozeß aufgehalten würde, wenn man sie nicht durch einfaches Waschen gereinigt hätte. Das ist u. A. der Fall bei den ganz reinen weißen Hadern.

Das Waschen selbst findet dann entweder genau so statt, wie später nach dem Kochen, oder in sogenannten W a s c h t r o m m e l n, welche durch-

gehends eine gleiche Konstruktion, wie die S. 48 beschriebenen Stäuber, besitzen und daher auch wohl nasse Stäuber heißen. Sie bestehen aus einem mit gelochtem Bleche überzogenen, achteckigen, etwa 4 m langen und 1 m im Durchmesser haltenden Haspel, der mit Zapfen um die Längsachse drehbar, auf Rändern eines mit Wasser gefüllten, gewöhnlich hölzernen Kastens gelagert ist und mit Hadern beschickt, etwa 35 Umdrehungen in der Minute macht. — Zur Beschleunigung des Waschens wird mitunter in dieser sich drehenden Siebtrommel noch eine Welle mit Armen angebracht, die sich mit etwa 75 Umdrehungen in der Minute, der Trommel entgegengesetzt, dreht. Empfehlenswerther als diese Welle ist jedenfalls die bereits S. 49 angegebene Anordnung mit den im Inneren auf den Haspelstäben angebrachten Pflöcken, welche die Hadern durch das Wasser ziehen, eine Strecke mit hinaufnehmen und dann ins Wasser zurückfallen lassen.

Zur Beseitigung derjenigen Verunreinigungen, welche fettiger oder harziger Natur sind, sowie der Farben ꝛc., können naturgemäß nur zwei Wege eingeschlagen werden, indem man dieselben entweder durch wirkliches Auflösen ohne Veränderung ihrer Substanz mit auflösenden Mitteln extrahirt, oder indem man aus ihnen chemische Verbindungen herstellt, welche sich in Wasser lösen, oder doch so suspendiren lassen, daß sie fortzuwaschen sind. — Der erste Weg setzt die Anwendung fettlösender Mittel (Benzin, Chloroform, Aether, Schwefelkohlenstoff u. dergl.) voraus, welche für diese Arbeit vorläufig aus verschiedenen Gründen (Kostspieligkeit, Feuergefährlichkeit, Belästigung ꝛc.), namentlich aber deshalb vollständig ausgeschlossen sind, weil sie nur auf die fettigen und harzigen, nicht auf die leimigen und ähnlichen Verunreinigungen, insbesondere auch nicht auf die Farben lösend wirken.

Der in der Praxis allein einzuschlagende Weg ist der zweite: Ueberführung der in Rede stehenden Substanzen in einen anderen passenden Zustand. Dabei ist es möglich, das Ziel zu erreichen:

1. Durch Verwandlung derselben in wasserlösliche Körper.
2. Durch Bildung von Emulsionen.
3. Durch Zerstörung beziehungsweise Spaltung derselben.

Welche Wahl in den hierzu tauglichen Mitteln auch getroffen sein mag, so ist doch in allen Fällen eine erfolgreiche Wirkung nur dann denkbar, wenn diese Mittel bis ins Innere der Hadern, also zwischen die Elementarfasern der Gewebe ihre Thätigkeit hineinzutragen in den Stand gesetzt werden, da auch die fortzuschaffenden Theile fast sämmtlich im flüssigen Zustande an dies Zeug gelangten und dann vermöge der Kapillarität bis ins Innere aufgesogen wurden und dort eintrockneten oder verharzten. Damit ein solches Eindringen ermöglicht wird, müssen die Reinigungsmittel nicht nur im flüssigen Zustande (tropfbar oder gasförmig) zur Anwendung kommen, sondern es sind zunächst die auf der Oberfläche festsitzenden, gleichsam einen Firniß bildenden Substanzen gewissermaßen schichtenweise abzulösen, um dadurch die Poren für das weitere Vordringen frei zu legen. Da nun diese in Frage stehende chemische Einwirkung aufs Kräftigste durch Wärme gefördert wird, indem diese nicht nur durch Erhöhung des chemischen Vereinigungsstrebens den Umwandlungsprozeß wesentlich

beschleunigt und begünstigt, sondern auch die Poren erweitert und den flüssigen Agentien die Wege ins Innere bahnt, so ist damit erklärt, warum man bei der Reinigung der Hadern von der Wärme einen ausgiebigen Gebrauch macht.

Die zur Wirkung gelangenden chemischen Mittel können natürlich sehr verschieden sein, je nachdem die Reinigung durch einen der eben erwähnten drei Vorgänge eingeleitet werden soll, und richten sich vor Allem nach der Natur der fortzuschaffenden Verunreinigungen.

1. Faulen oder Mazeriren.

Da die Schmutzstoffe der Hauptsache nach immer aus organischen Stoffen bestehen, so kann u. A. auch durch Hervorrufung und Leitung eines Gährungsprozesses, also in Folge einer Spaltung, die Beseitigung derselben bewerkstelligt werden. In der That war lange Zeit hindurch die Gährung das einzige hier in Anwendung stehende Mittel, welches unter dem Namen des Faulens oder Mazerirens (pourrissage, *fermenting*), den Schmutz der Hadern zum Fortwaschen vorbereitete.

Man packt zu diesem Zwecke die gehörig naß gemachten Hadern in Tröge (Faulbütten), oder schüttet sie in feuchten, wo möglich etwa 20° warmen Kellern zu größeren Haufen auf und läßt sie so lange liegen, bis die bald eintretende faule Gährung, begleitet von einer starken Erwärmung der Masse und einer Entwickelung ekelhaft riechender Gase, so weit fortgeschritten ist, daß der anfangs entstandene Schimmel kleinen Schwämmchen Platz gemacht hat, wozu je nach Umständen, namentlich der vorhandenen Temperatur, 6 bis 24 Tage Zeit erforderlich ist.

Wenn zwar durch diesen Gährungsprozeß die Zerstörung der in Betracht kommenden Substanzen in fast kostenloser Weise vor sich geht, so ist derselbe dennoch fast vollständig aufgegeben, da er zur Vermeidung eines großen Fasernverlustes in Folge eines leicht eintretenden Ueberfaulens und des damit verbundenen Zerfallens der Fasern selbst, das sogar mitunter von Selbstentzündung begleitet war, nicht nur eine sehr sorgfältige Beaufsichtigung fordert, sondern auch niemals so gleichmäßig verläuft, als zur Gewinnung einer homogenen Fasernmasse erforderlich ist. Selbst bei der aufmerksamsten Leitung des Mazerationsprozesses kann ein Vernichten von Fasern und eine erhebliche Einbuße an Material kaum verhindert werden, wie nachfolgende kleine von Piette aufgestellte Tabelle erkennen läßt.

Es verloren:

Weiße feine Hadern . . .	nach	6 tägigem	Mazeriren	23 Proz.
„ halbfeine Hadern . .	„	12 „	„	28 „
Graue (ungebleichte) Hadern	„	24 „	„	55 „
Farbige feine Hadern . . .	„	8 „	„	38 „
„ grobe „	„	15 „	„	45 „

während der Gewichtsverlust derselben Hadern, in anderer Weise behandelt, nur 17 bis 36 Proz. beträgt.

2. Kochen.

Seitdem man in Erfahrung gebracht hat, daß die Behandlung mit alkalischen Laugen in der Wärme in sehr kurzer Zeit, mit großer Sicherheit und geringstem Faserverluste, zum Ziele führt, ist vielmehr diese Methode, welche wegen der Verwendung der Laugen in kochendem Zustande das Kochen (lessivage, *boiling*) genannt wird, ausschließlich gebräuchlich geworden.

Bei diesem Prozesse kommt in Betracht:

1. Die Auswahl und Stärke der Kochflüssigkeiten.
2. Die Konstruktion der Kochapparate.

a. Kochflüssigkeiten.

Die Wahl der Materialien, welche zur Bereitung der Kochflüssigkeiten dienen, ist durch den Zweck bedingt, welchen die Operation erreichen will und muß diesem entsprechend getroffen werden.

Die Absicht geht aber dahin, durch Verseifung die harzigen und fettigen Substanzen in Lösung oder wenigstens in einen Zustand zu bringen, in dem sie sich leicht wegwaschen lassen; durch Auflösung der in den Fasern etwa vorhandenen Interzellular- oder inkrustirenden Materie die Fasern in reine Zellen zu zerlegen und damit ihre von den Inkrustationen herrührende Sprödigkeit und Härte in Geschmeidigkeit und Weichheit zu verwandeln; durch Zerstörung oder Umwandlung die in den Hadern anwesenden Farben zu beseitigen und endlich noch alle nicht verfilzungsfähigen, zur Papierbildung ungeeigneten Stoffe, insbesondere Wolle, Haare, Seide, wegzuschaffen.

So weitgehend auch diese Aufgabe zu sein scheint, so ist sie doch verhältnißmäßig leicht zu lösen, weil die sämmtlichen hier in Betracht kommenden Aenderungen durch Behandlung mit Alkalien vor sich gehen und es demgemäß nur erforderlich ist, auf die Hadern Lösungen von Alkalien in passender Weise zur Wirkung zu bringen.

Von besonders maßgebender Bedeutung für die Auswahl der Alkalien ist natürlich in erster Linie das Verhalten derselben gegenüber der Zellulose oder dem reinen Faserstoffe, indem niemals ein Alkali angewendet werden darf, welches die Zellulose, die eigentliche Fasersubstanz, in ungünstiger Weise verändert. Nun ist aber bekannt, daß die Alkalien in verdünnter Lösung selbst in der Wärme die Zellulose nicht angreifen, sondern daß erst in einer starken Lösung (die etwa 33 Proz. Kali oder Natron enthält) eine Veränderung eintritt, die darin besteht, daß der Zellstoff sich verdichtet und farbenempfänglicher wird, und daß die Lauge 48 Proz. Kali oder Natron enthalten muß, um die Zellulose zum Aufquellen und bei einer Temperatur von 220° C. unter Bildung von Ameisensäure, Oxalsäure und Kohlensäure zur Zersetzung zu bringen. Deshalb ist in der Anwendung schwächerer Laugen, sowie dünner Kalkmilch, eine Gefahr

für die eigentliche Faser auch dann nicht vorhanden, wenn die Einwirkung bei verhältnißmäßig hoher Temperatur stattfindet. Da nun aber die oben zusammengestellten Aenderungen unter Anwendung schwacher Laugen vor sich gehen, so bilden diese um so mehr das geeignete Mittel zur Erreichung des in Rede stehenden Zweckes, als sie leicht in genügender Menge und Reinheit ohne hohe Kosten zu beschaffen und in die erforderliche Form zu bringen sind.

Eine weitere wichtige Erwägung bei der Auswahl, namentlich aber in Bezug auf die Stärke der Laugen, ist durch die Beschaffenheit der Hadern d. h. durch das Maß gegeben, in welchem die zu beseitigenden Stoffe in den Hadern vorhanden sind. Während die rein weißen Baumwoll- und feinen, stark abgenutzten Leinen-Hadern nur sehr wenig Schmutztheile, keine inkrustirenden Substanzen, keine zu beseitigenden Farbstoffe besitzen und daher naturgemäß mit sehr schwachen Laugen genügend gereinigt werden können, bedürfen die groben ungebleichten und farbigen Hadern zu demselben Zwecke einer Einwirkung starker Laugen, weil diese nicht nur den eigentlichen Schmutz sondern auch die Inkrustationen und die Farben fortschaffen müssen. Zugleich ist hierbei leicht einzusehen, daß nur dann ein richtiges Verhältniß zwischen der Beschaffenheit der Kochflüssigkeit und der zu kochenden Hadern bestehen kann, wenn die letzteren von gleicher, oder doch nahezu gleicher Beschaffenheit sind. Weil nun nach gleichen S. 29 erörterten Grundsätzen die verschiedenen Hadern sortirt und in Klassen gebracht sind, so folgt daraus, daß jede Sorte eine andere Zusammensetzung der Kochflüssigkeit nothwendig macht. —

In Anbetracht dessen, daß das Aetzkali die Zellulose am stärksten angreift und die Kalisalze am kostspieligsten sind, die alkalischen Erden, Baryterde, Strontianerde, Lithion, Magnesia, sowie das Ammoniak aus anderen Gründen sich hier nicht zur Verwendung eignen, so beschränkt sich die Auswahl der zum Kochen gebrauchten alkalischen Substanzen auf das kohlensaure Natron, das Aetznatron und den Aetzkalk.

Diese drei Körper unterscheiden sich aber in ihrer Wirkung auf die fortzuschaffenden Theile wieder so wesentlich, daß jedem von ihnen ein besonderer Wirkungskreis zuzuweisen ist.

Das kohlensaure Natron oder die Soda kann Fette im Allgemeinen nicht zerlegen, sondern sich nur mit den freien Fettsäuren zu Seife verbinden. Sind letztere vorhanden, so entstehen Natronseifen, welche nun, ihrerseits mit überschüssiger Soda in vielem Wasser gelöst, die fettigen Substanzen in Emulsionen überführen, welche durch Wasser fortgewaschen werden können. Aus diesem Verhalten leuchtet ein, daß die Soda ein nur langsam, aber auch sehr schonend wirkendes Mittel ist, das deshalb auch nicht die in groben Stoffen vorhandenen Inkrustationen, sowie Farbstoffe und thierische Fasern in genügender Weise zu beseitigen vermag. Deswegen beschränkt sich ihre Anwendung auch in der Regel nur auf das Kochen der ganz feinen weißen und stark abgenutzten Hadern, die zur Vermeidung von Faserverlust sehr schonend behandelt werden sollen.

Indem hier bezüglich der Herstellung, Eigenschaften, Prüfung und Beschaffenheit der Soda auf Lunge's Handbuch der Sodaindustrie verwiesen werden muß, mag nur hervorgehoben werden, daß die Soda des Handels entweder

als kalzinirtes Sodasalz (Sekundasoda) oder als raffinirtes Sodasal (Primasoda) oder als krystallisirte Soda vorkommt. Die krystallisirt Soda, welche aus größeren oder kleineren, wasserhellen, mitunter verwitterter Krystallen besteht von der Formel $Na_2CO_3 + 10H_2O$, ist fast selten frei vor einer Menge anderer Natronverbindungen, Eisenoxyd, Kalksalzen und Thonerde enthält aber davon nur wenig. — Die kalzinirte Soda dahingegen, aus weißer pulveriger Masse bestehend, ist sehr verschieden zusammengesetzt, indem ihr Gehalt an Natronkarbonat zwischen 75 und 98 Proz., der an Kochsalz zwischen 1 bis 12 Proz., der an Glaubersalz zwischen 0,4 bis 8,5 Proz. wechselt. — Besonders rein von Schwefelverbindungen ist die Prima- oder raffinirte Soda mit weißer Farbe; am reinsten aber ist durchgehends die Ammoniaksoda, da sie 96 bis 99 Proz., im Durchschnitt 98 Proz. Karbonat enthält. Sie hat ihren Namen von der Erzeugung mittelst Ammoniak aus Kochsalz und kommt als lockere, schwammige Masse im Handel vor. Der Gehalt an kohlensaurem Natron variirt zwischen etwa 98 und 75 Proz. Der Ankauf erfolgt unter Zugrundelegung dieses Gehaltes nach sogenannten Graden, und zwar bedeuten deutsche Grade die Prozente an kohlensaurem Natron, englische die Prozente an Natriumoxyd (wasserfreiem Aetznatron) und französische (Descroizilles) die Gewichtstheile von Schwefelsäurehydrat, welche 100 Theile der Soda neutralisiren. Es zeigt daher chemisch reine Soda 100 deutsche, 58,49 englische und 92,45 französische Grade. — Für die Zwecke des Hadernkochens ist die auf Mühlen gemahlene, in Fässer eingestampfte Soda vollkommen ausreichend und die Anwendung der Prima- oder gar der krystallisirten Soda nicht erforderlich, dahingegen die Prüfung derselben auf Alkali unerläßlich, um den Gehalt der Kochflüssigkeit an wirksamer Substanz den Zwecken genau anpassen zu können.

Zur Prüfung der Soda genügt die Bestimmung des Gehaltes an Alkali auf maßanalytischem Wege mittelst Schwefelsäure. Zu dem Zwecke verschafft man sich zunächst durch Umkrystallisiren reine Soda, erhitzt dieselbe bis zum völligen Trocknen in einer Porzellanschale und füllt sie noch heiß in gut verschließbare, trockene Flaschen zum Aufbewahren. Andererseits bereitet man eine Probesäure aus 200 g Schwefelsäure mit 1 Liter Wasser und bewahrt diese ebenfalls in wohlverschlossenen Gefäßen auf. Darauf löst man eine genau abgewogene Menge, z. B. 5 g, dieser trockenen Soda in einem Kochfläschchen in Wasser und färbt sie mit etwas Lackmustinktur blau oder zweckmäßiger (Ber. d. chem. Ges. **16**, 1989) mit Aethylorange orange, weil letztere Farbe von Kohlensäure nicht verändert wird. Zu dieser Sodalösung bringt man dann mittelst einer in Kubikzentimeter getheilten Bürette von der Probesäure so viel, bis sie gesättigt ist, was man an der Veränderung der Farbe erkennt, indem Lackmus roth und Aethylorange rosa wird. Der an der Bürette abzulesende Verbrauch an Probesäure entspricht demnach 5 g reiner Soda. — Um nun eine Soda zu prüfen, verfährt man genau so, d. h. man wägt wieder 5 g ab, löst, färbt, neutralisirt mit obiger Säure, und liest den Verbrauch dieser ab. Der Alkaligehalt der zu prüfenden Soda zu der reinen verhält sich dann genau wie die Mengen der Probesäure.

Bei der Zubereitung der Kochflüssigkeit aus Soda verfährt man am einfachsten in der Weise, daß man eine abgewogene Menge Soda in Wasser löst, diese Lösung durch Absetzenlassen klärt, durch ein Sieb von 20 Drähten auf 1 cm gießt, um sie von den schwimmenden und groben Unreinlichkeiten zu befreien und so zum Gebrauch fertig aufbewahrt. Den Gehalt an Soda ermittelt man in solchen Lösungen am zweckmäßigsten durch das spezifische Gewicht, welches mit dem Aräometer bestimmt wird, nach folgender Tabelle von Schiff (Ann. d. Chem. u. Pharm. Bd. 108, S. 334).

Tabelle über den Gehalt der Lösungen von kohlensaurem Natron an krystallisirtem (10fach gewässertem) und wasserfreiem Salz.

Spezifisches Gewicht	Prozente an krystallisirtem Salz	Prozente an wasserfreiem Salz	Spezifisches Gewicht	Prozente an krystallisirtem Salz	Prozente an wasserfreiem Salz
1,0038	1	0,370	1,0830	21	7,782
1,0076	2	0,747	1,0871	22	8,153
1,0114	3	1,112	1,0912	23	8,523
1,0153	4	1,482	1,0953	24	8,894
1,0192	5	1,853	1,0994	25	9,264
1,0231	6	2,223	1,1035	26	9,635
1,0270	7	2,594	1,1076	27	10,005
1,0309	8	2,965	1,1117	28	10,376
1,0348	9	3,335	1,1158	29	10,746
1,0388	10	3,706	1,1200	30	11,118
1,0428	11	4,076	1,1242	31	11,488
1,0468	12	4,447	1,1284	32	11,859
1,0508	13	4,817	1,1326	33	12,230
1,0548	14	5,188	1,1368	34	12,600
1,0588	15	5,558	1,1410	35	12,971
1,0628	16	5,929	1,1452	36	13,341
1,0668	17	6,299	1,1494	37	13,712
1,0708	18	6,670	1,1536	38	14,082
1,0748	19	7,041	1,1578	39	14,453
1,0789	20	7,412	1,1690	40	14,824

Das Aetznatron, auch kaustische Soda, Seifenstein, Sodastein genannt, ist als Natriumhydroxyd insbesondere geeignet, die Fette, Harze u. s. w. zu verseifen, die inkrustirende Substanz, den größten Theil der in den Hadern

vorkommenden Farben und thierische Fasern auch dann zu zerstören, wenn die gröbsten und schmutzigsten Hadern vorliegen und daher das kräftigste Kochmittel besonders erwünscht zum Kochen der schmutzigsten, gröbsten Hadern, der theerigen Taue u. dergl., aber auch Vorsicht fordernd, weil dasselbe ebenfalls die Faser angreifen, zerstören und somit sehr erheblichen Verlust herbeiführen kann. Die kaustische Soda, welche früher ausschließlich jetzt noch sehr häufig in den Papierfabriken für den eigenen Bedarf erzeugt wird, kommt als eine weiße, steinartige Masse im Handel vor, die wie die Soda nach Graden bewerthet, etwa folgendermaßen zusammengesetzt ist:

	60 gradig	70 gradig
Natriumoxydhydrat	75,246	89,600
Kohlensaures Natron	2,536	2,481
Chlornatrium	17,400	3,919
Schwefelsaures Natron . . .	4,398	3,419
Schwefelnatrium	0,027	0,025
Kieselsaures Natron	0,297	0,304

Sie zerfließt an der Luft, nimmt Kohlensäure auf und verliert daher bei unpassender Aufbewahrung (der Luft zugängig) fortwährend an „Stärke“ oder „Kraft“ und muß deshalb in luftdichten Gefäßen, z. B. eisernen Behältern, aufbewahrt werden. Im Großen erzeugt man das Aetznatron aus der Soda-Rohlauge und daher zu Preisen, daß die Herstellung in den Papierfabriken wohl nur unter besonderen Umständen lohnend erscheint. Da die Natronlauge übrigens auch zur Anfertigung des Harzleimes nothwendig ist und besonders für diesen Zweck noch vielfach in den Papierfabriken zubereitet wird, so mag das hierüber Erforderliche angefügt werden. Es erfolgt das Aetzendmachen der Soda durch Entziehung der Kohlensäure vermittelst Aetzkalk nach der Gleichung:

$$Na_2CO_3 + Ca(OH)_2 = CaCO_3 + 2\,NaOH,$$

indem man Soda in Wasser löst und in diese Lösung Kalkmilch einrührt. Zu diesem Zwecke gießt man in einen blanken, gußeisernen Kessel oder auch bei großen Mengen in hölzernen Bütten auf 1 Thl. wasserfreies kohlensaures Natron 12 Thle. siedendes Wasser oder auf 1 Thl. gereinigte Soda von 63 Proz. 4 bis 5 Thle. Wasser, so daß eine Sodalösung von höchstens 1,12 spezif. Gew. entsteht, und schüttet dann unter Umrühren so lange frisch gebrannten und zu Brei gelöschten Kalk hinzu, bis eine abfiltrirte Probe mit einer Säure nicht mehr aufbraust. Darauf läßt man die Mischung stehen, bis der kohlensaure Kalk sich vollständig abgesetzt hat, zieht die oben stehende klare Flüssigkeit ab und verbraucht sie sofort, damit sie nicht wieder Kohlensäure aus der Luft anzieht, nachdem man sie erforderlichen Falles in eisernen Kesseln durch Abdampfen konzentrirt hat. (Die Lauge besitzt dann 1,065 bis 1,1 spezif. Gew., das einem Gehalte an Aetznatron von 6 bis 9 Proz. entspricht.) Für fernere Anfertigung der Lauge wird der Niederschlag des kohlensauren Kalkes mit Wasser gewaschen und dies Waschwasser zum Auflösen der Soda benutzt. Die Kreidemasse selbst kann entweder als Füllstoff verwendet oder durch Pressen in Blöcke verwandelt werden, aus denen man Schreibkreide schneidet. —

Ein sowohl von der Soda als dem Aetznatron sehr abweichendes und daher besonders beachtenswerthes Verhalten zeigt für den Kochprozeß der Aetzkalk. Zunächst bildet derselbe mit den Fetten und Harzen in Wasser vollständig unlösliche Kalkseifen, welche verhindert werden müssen sich auf den Fasern fest zu setzen. Ferner ist der Aetzkalk gegenüber der Leichtlöslichkeit der Soda und des Aetznatrons außerordentlich schwer löslich in Wasser, namentlich in der Wärme, denn es gebraucht zur Lösung:

bei 15° C. 1 Thl. Kalk 780 Thle. Wasser,
„ 54° „ 1 „ „ 1000 „ „
„ 100° „ 1 „ „ 1500 „ „

Während daher beim Kochen mit Soda oder Natron beliebig konzentrirte Laugen zur Wirkung gebracht werden können, aber auch die ganze Alkalimenge sofort in Thätigkeit tritt und somit die Lauge anfangs am kräftigsten angreift, nach und nach jedoch nachläßt, weil sie immer schwächer wird, ist bei der Anwendung von Kalk stets nur eine schwache Lauge in Thätigkeit. Diese bleibt aber, die Anwesenheit einer genügenden Kalkmenge vorausgesetzt, stets von gleicher Konzentration also von konstanter Einwirkung, indem nach dem Verbrauche des gelösten Theiles fortwährend neuer Kalk gelöst wird. Es ergiebt sich aus diesem Verhalten des Kalkes, daß seine Wirkung allerdings eine viel weniger schnelle und durchgreifende, dafür aber eine sehr schonende ist. Während mit den anderen Alkalien die Kochoperation schneller und energischer von Statten geht, aber auch eine größere Gefahr für Faserverlust in sich schließt und große Erfahrung für die passende Wahl bezüglich der Konzentration rc. voraussetzt, verlangt die Verwendung von Aetzkalk bei Weitem nicht jene Aengstlichkeit. Diese Vortheile in Verbindung mit dem geringen Ankaufspreise sind der Grund, warum das Kochen mit Kalk zur Regel geworden ist.

Der hier in Betracht kommende Kalk (Kalziumoxyd, CaO) wird in der Weise gewonnen, daß man den in der Natur sehr verbreiteten kohlensauren Kalk ($CaCO_3$) in den sogenannten Kalköfen brennt und dadurch von der Kohlensäure befreit. Den reinsten und daher empfehlenswerthesten Kalk liefert der weiße Marmor, dann folgt die Kreide, darauf der sogenannte Kalkstein (dem namentlich oft Magnesia beigemengt ist) und endlich, als am wenigsten ausgiebig und rein, der Mergel, ein kohlensaurer Kalk mit viel Thon und Sand gemischt.

In reinem Zustande besitzt der gebrannte Kalk eine rein weiße Farbe, so daß die Farbe als Zeichen der Reinheit gelten kann. An der Luft zerfällt der Kalk, indem er begierig die darin vorhandene Feuchtigkeit anzieht und Kalziumoxydhydrat [$Ca(OH)_2$] bildet, das sehr schnell durch Aufnahme von Kohlensäure aus der feuchten Luft wieder in kohlensauren Kalk übergeht, weshalb auch der gebrannte Kalk in verschlossenen Gefäßen aufbewahrt werden muß, damit er unverändert bleibt. Schneller geht die Bildung des Hydrates dadurch vor sich, daß man den Kalk mit Wasser übergießt. Diese Arbeit, welche Löschen genannt wird und den gelöschten Kalk, den eigentlichen Aetzkalk, liefert, findet unter starker, 150° C. erreichender Erwärmung und Volumvergrößerung statt und hinterläßt eine sich schlüpfrig oder fettig anfühlende, speckige Kalkmasse, die weiter mit Wasser verdünnt die Kalk-

milch bildet, aus der sich beim ruhigen Stehen der nicht gelöste Theil des Kalkes abscheidet, indem sich zugleich über diesem Niederschlage eine klare Kalklösung (Kalkwasser) sammelt. Um größere Mengen gelöschten Kalkes aufzubewahren, sumpft man denselben ein. Dies besteht darin, daß man den Kalk zu einem dünnen Brei löscht, dann in eine Grube mit durchlässigen, das Wasser aufsaugenden Wänden bringt und diese Grube sorgfältig zudeckt, um die Kohlensäure der Luft abzuhalten, die übrigens auch nur von der obersten Kalkschicht aufgenommen wird und mit dieser eine dünne Haut kohlensauren Kalkes, bildet, welche den übrigen Theil gegen die Einwirkung der Kohlensäure schützt.

Für das Hadernkochen wird am zweckmäßigsten der Kalk immer frisch gelöscht. Diese Arbeit soll aber stets mit Rücksicht auf die Beschaffenheit des Kalkes vorgenommen werden, da dieser wohl kaum jemals vollständig rein, sondern vielmehr theils durch die darin enthaltenen Mineralien (Kieselsteine, Sand ꝛc.), theils im Kalkofen durch Kohle, Steine u. dergl. verunreinigt ist, in der Regel auch ungare (nicht genügend gebrannte) oder todtgebrannte Stücke, demnach durchschnittlich nur 60 bis 90 Proz. Aetzkalk enthält und eine sorgfältige Abscheidung dieser schädlichen und werthlosen Theile verlangt. — Um diese Abscheidung zu bewerkstelligen, ist daher nicht nur die Anwendung von Sieben erforderlich, sondern beim Löschen auch so viel Wasser zu verwenden, daß der Kalkbrei mit Hinterlassung der genannten Substanzen die Siebe leicht passiren kann. — Die vielfach angetroffene Einrichtung, bei welcher das Löschen in einfachen, viereckigen Holzwannen mit Rührkrücken vorgenommen wird, ist daher nicht zweckmäßig. Man bediene sich vielmehr dazu eines zylindrischen Bottichs aus Holz oder Eisen von 1,5 m Tiefe und 2 m Durchmesser, der bis etwa $^3/_4$ der Höhe mit Wasser gefüllt wird. In diesen Bottich senkt man sodann einen Behälter aus grobem Drahtgewebe oder aus Eisenblech, das siebartig mit Löchern von 1 cm Durchmesser durchbrochen ist, der etwa 60 cm Durchmesser und 60 cm Höhe hat und die zu löschenden Kalkstücke enthält. Das Wasser dringt sodann durch die Löcher in das Innere dieses Senkkorbes, zu den Kalkstücken, löscht diese und treibt, unterstützt durch das Aufkochen, den Kalkbrei durch die Löcher nach außen, während die groben Theile im Inneren bleiben. Nach Vollendung des Löschens wird der Korb in die Höhe aus dem Bottich herausgezogen, die Kalkmilch gehörig umgerührt (wozu mechanische Rührer sehr beachtenswerth), und endlich durch ein Bodenventil oder einen Hahn abgelassen. — Es sei hier darauf hingewiesen, daß dieser Bottich außerdem zum Auflösen von Soda oder Natron, sowie auch zur Bereitung des Aetznatrons gebraucht werden kann. — Wird der Kalk für jede Kochung frisch gelöscht und zubereitet, so giebt man dem Löschbottich eine solche Lage, daß die Kalkmilch direkt in den Kessel laufen kann, und sorgt dafür, daß alle durch die 1 cm großen Löcher des Korbes gelangten Verunreinigungen durch Siebe zurückgehalten werden. Zu dem Zwecke fließt die Kalkmasse in eine gewöhnlich hölzerne, wegnehmbare Rinne, in welcher sich an der erweiterten Einlaufsstelle ein Sieb mit etwa 1,5 mm weiten Maschen befindet, und endlich durch diese Rinne in die Oeffnung des Kochgefäßes, in die ein Sieb gehängt ist, dessen Maschen nur 0,5 mm weit sind.

Zur Abmessung der Kalkmenge bedient man sich eines Gefäßes von bestimmtem Inhalte, das mit dem Kalkbrei gefüllt wird. Um dabei den Gehalt an Aetzkalk zu erfahren, der in dem Brei vorhanden ist, genügt in der Regel die Annahme, daß 1000 kg frisch gebrannter Kalk 3 cbm Kalkbrei geben, so daß ein Gefäß von 30 Litern Inhalt so viel Kalkbrei faßt, als einem Gewichte von 10 kg frisch gebranntem Kalke entspricht. — Für genauere Bestimmung benutzt man das spezifische Gewicht der Kalkmilch, welches man am einfachsten mit dem Aräometer in der Weise findet, daß man die Kalkmilch in einen nicht zu engen Glaszylinder bringt, darauf das Aräometer leicht einsenkt und nun den Zylinder langsam auf dem Tische dreht, bis das allmählich sinkende Aräometer zu sinken aufhört. Den Gehalt findet man dann aus folgender auf Grund von Blattner's Beobachtungen von Lunge mitgetheilter Tabelle (Dingler's pol. Journ. Bd. 250, S. 464).

Tabelle über den Gehalt an Aetzkalk in Kalkmilch bei 15° C.

Grad Baumé	Gewicht von 1 l Kalkmilch g	Kalk in 1 l Milch g	Kalk in Gewichts-Prozenten	Grad Baumé	Gewicht von 1 l Kalkmilch g	Kalk in 1 l Milch g	Kalk in Gewichts-Prozenten
1	1007	7,5	0,745	16	1125	159	14,13
2	1014	16,5	1,64	17	1134	170	15,00
3	1022	26	2,54	18	1142	181	15,85
4	1029	36	3,50	19	1152	193	16,75
5	1037	46	4,43	20	1162	206	17,72
6	1045	56	5,36	21	1171	218	18,61
7	1052	65	6,18	22	1180	229	19,40
8	1060	75	7,08	23	1190	242	20,34
9	1067	84	7,87	24	1200	255	21,25
10	1075	94	8,74	25	1210	268	22,15
11	1083	104	9,60	26	1220	281	23,08
12	1091	115	10,54	27	1231	295	23,96
13	1100	126	11,45	28	1241	309	24,90
14	1108	137	12,35	29	1252	324	25,87
15	1116	148	13,26	30	1263	339	26,84

Die Stärke der Kochflüssigkeit, d. h. der Gehalt derselben an Alkali, richtet sich natürlich in erster Linie nach der Beschaffenheit der Hadern, dann aber auch nach der Wärme und Dauer des Kochens, sowie endlich nach den Kochapparaten und variirt aus dem Grunde so bedeutend, daß sich über dieselbe hier nur allgemeine Anhaltspunkte geben lassen.

Zunächst ist zu bemerken, daß alle Laugen um so stärker wirken, je höher die Kochtemperatur ist und daß die Laugenkonzentration etwa im umgekehrten

Verhältniß zu dieser Temperatur stehen kann. Diese ist aber sehr verschieden zu wählen, je nachdem die Kochapparate offene oder geschlossene sind, da in offenen Gefäßen die Kochtemperatur nur wenig über 100° C. steigt, während sie in geschlossenen eine sehr bedeutende, mit dem Drucke wachsende Zunahme erfahren kann, wie folgende Tabelle über die Spannkraft des Wasserdampfes bei verschiedenen Temperaturen zeigt.

Spannung in Atmosphären	Quecksilbersäule mm	Temperatur in Graden C.
1,00	760	100
1,25	950	106,6
1,50	1 140	112,4
1,75	1 330	117,1
2,00	1 520	121,5
2,25	1 710	125,5
2,50	1 900	128,8
2,75	2 090	132,1
3,00	2 280	135,0
3,50	2 660	140,4
4,00	3 040	145,0
4,50	3 420	149,1
5,00	3 800	153,3
6,00	4 560	160,0
7,00	5 320	166,5
8,00	6 080	177,4
10,00	7 600	182,0
11,00	8 360	186,0
12,00	9 120	190,0
13,00	9 880	193,7
14,00	10 640	197,2
15,00	11 400	200,2

Bei der Feststellung der Kochtemperatur ist vor Allem aber wieder der Einfluß der Wärme auf die Faser zu berücksichtigen, und wäre, da diese erst bei 230° sich chemisch zu verändern beginnt, im Allgemeinen bis zu 200°, also bei einem Druck von 15 Atmosphären der Einfluß der Wärme ohne Nachtheil, wenn das Kochen in reinem Wasser stattfände. Da jedoch beim Kochen in Laugen ein schädlicher Einfluß sich schon bei bedeutend niedrigerer Temperatur geltend macht, außerdem auch die Wirkung durch die Wärme nicht so erheblich sich steigert, um nicht bald eine ökonomische Grenze zu finden und da ferner die Explosionsgefahr der Kochapparate mit der Dampfspannung wächst, so ist ein Ueberschreiten der Temperatur von 150° entsprechend einer Spannung von etwa $4^1/_2$ Atm. verwerflich, auch nur in Ausnahmefällen sind $4^1/_2$ Atm. nothwendig, in der Regel ist die Kochung bei etwa 3 Atm. und 135° C. vollständig ausreichend, in den meisten Fällen aber bei durchschnittlich 2 Atm. und 121° C. anzurathen.

Von weiterem Einflusse auf die Stärke der Kochflüssigkeit ist die Dauer des Kochens, indem man zum Theil durch Verlängerung der Zeit der Einwirkung die Konzentration ersetzen kann. In Rücksicht nun darauf, daß die Fasern bei Behandlung mit starken Laugen während kurzer Kochdauer viel leichter an Qualität verlieren, als bei Behandlung derselben mit schwachen Laugen während größerer Zeitdauer und bei größerer Wärme, muß es Grundsatz sein, mit schwachen Laugen lange zu kochen, statt mit starken Laugen die Kochzeit zu kürzen. Hieraus geht insbesondere noch der Vortheil hervor, der im Kochen mit Aetzkalk liegt, da bei dessen Anwendung trotz der gesättigten Lösung stets nur eine sehr schwache Lauge gebildet wird. — Bei Hadern, welche der Reinigung einen hartnäckigen Widerstand entgegensetzen, ist es aus gleichen Gründen, namentlich beim Kochen mit Kalk rathsam, statt einer Kochung mehrere vorzunehmen, weil sich die Kochflüssigkeit sonst in dem Maße mit den gebildeten Seifen und losgelösten Schmutztheilen schwängert, daß die weitere Aufnahme zunächst erschwert, dann aber gänzlich unmöglich gemacht wird.

In manchen Fabriken ist es üblich, eine Kochflüssigkeit aus Kalkmilch und einer Auflösung von kohlensaurem Natron zusammen zu setzen. Wenn man berücksichtigt, daß sich bei dieser Mischung Aetznatron und kohlensaurer Kalk bildet, daß letzterer in Wasser vollständig unlöslich ist und daher nicht nur einen unnützen Ballast im Kochapparate bildet, sondern auch der Einwirkung der gelösten Alkalien im Wege steht, daß andererseits ferner die etwa gebildete lösliche Natronseife sofort in unlösliche Kalkseife verwandelt wird, so bedarf es kaum der Bemerkung, daß eine solche Zusammensetzung schon aus erwähnten Gründen ganz zwecklos und überflüssig ist. Verwerflich wird sie insbesondere deshalb, weil das gebildete kaustische Natron aus dem Kalkwasser, das an und für sich schon wenig Kalk gelöst enthält, den gelösten Kalk wieder ausscheidet (da Kalk in Natronlauge noch weit weniger löslich ist, als in reinem Wasser) und dadurch die Kalklauge in einer Weise schwächt, daß ihre Einwirkung auf die Hadern vollständig vernichtet werden kann.

Da nun endlich oft noch gewisse Nebenumstände bei der Wahl der Laugenstärke Berücksichtigung finden sollen, z. B. die Beschaffenheit des Wassers selbst, Gewohnheiten und persönliche Ansichten, so ist es ausgeschlossen, bestimmte Vorschriften über die Konzentration, also über die Zubereitung der Laugen, zu geben. Unter normalen Verhältnissen können aber diejenigen Angaben als Anhaltspunkte gelten, welche in folgender, von Piette herrührender Tabelle im Anschlusse an die S. 32 aufgestellte Hadernskala zusammengestellt sind, ein Kochen bei dem Drucke von drei Atmosphären voraussetzen und das Quantum Alkali angeben, welches auf 100 kg trockene Hadern genommen wird:

Für Hadern											Kochzeit	
Nr.	1	0,350	kg	kalzin.	Soda	oder	0,800	kg	Potasche	mit	1/2	Stunden
„	2	0,350	„	„	„	„	0,800	„	„	„	1 1/2	„
„	3	0,600	„	„	„	„	2,00	„	Kalk	„	2 1/2	„
„	4	1,0	„	„	„	„	4,0	„	„	„	4	„
„	5	1,8	„	„	„	„	6,0	„	„	„	5	„
„	6	2,0	„	„	„	„	8,0	„	„	„	7	„
„	7	0,5	„	„	„	„	2,0	„	„	„	1	„
„	8	2,0	„	„	„	„	8,0	„	„	„	3	„
„	9	2,0	„	„	„	„	8,0	„	„	„	3	„
„	10	2,0	„	„	„	„	8,0	„	„	„	3	„
„	11	4,0	„	„	„	„	6,0	„	„	„	6 bis 7	„
„	12	4,0	„	„	„	„	6,0	„	„	„	6 bis 7	„
„	15	4,0	„	„	„	„	6,0	„	„	„	6 bis 7	„
„	16	4,0	„	„	„	„	6,0	„	„	„	6 bis 7	„
„	17	5,0	„	„	„	„	8,0	„	„	„	6	„
„	18	5,0	„	„	„	„	8,0	„	„	„	6	„
„	19	6,0	„	„	„	„	10,0	„	„	„	6	„
„	20	6,0	„	„	„	„	10,0	„	„	„	6	„

Hierbei ist zu bemerken, daß Nr. 19 und 20 außerdem noch nachher mit einer halb so starken Lauge drei- bis viermal gekocht werden müssen und ferner, daß Piette annimmt, die blauen und rothen Hadern würden nicht gekocht, sondern zu naturfarbigem Papiere verwendet, was nur bedingt richtig ist.

Im Durchschnitte kann man bei drei- bis vierstündigem Kochen mit Kalk 2 bis 4 kg Kalk auf 100 kg mittelstarke und schwach gefärbte Hadern Nr. 5, 6, 7, 8, 9 und 10 rechnen, wenn sie vorher gut mechanisch gereinigt sind und für die groben, sowie stark gefärbten, dasselbe Quantum mit zwei- bis viermal wiederholtem Kochen.

b. Kochapparate.

Aus der voranstehenden Darstellung geht hervor, daß das Kochen der Hadern besonders vortheilhaft von Statten geht:

1. wenn dasselbe bei einer Temperatur geschieht, die über dem Siedepunkte des Wassers liegt und
2. wenn dafür gesorgt wird, daß die Kochflüssigkeit sich fortwährend an der Oberfläche der Fasern erneuert.

Da nun das Kochen bei Temperaturen über 100° in offenen Gefäßen nicht möglich ist, so sind diese früher allgemein gebrauchten Kochapparate vollständig verdrängt durch die geschlossenen, in welchen nach dem Prinzipe des Papin'schen Topfes die Einwirkung der Kochflüssigkeit auf die Hadern bei bedeutend gesteigerten Temperaturen vorgenommen werden kann. Diese geschlossenen Gefäße führen durchweg den Namen Kocher (Lumpenkocher, Hadernkocher,

lessiveur, *rag-boiler*) und erhalten ihre Erwärmung entweder durch direktes Feuer, oder durch Dampf von entsprechender Spannung.

Um der zweiten Bedingung zu genügen, reicht es nicht aus, die Flüssigkeit einfach mit den Hadern zusammen zu bringen und damit zu erhitzen, weil die hierdurch entstehende Bewegung der Flüssigkeit nicht so stark ist, um die aufeinander liegende Hadernmasse zu durchziehen, sondern es ist vielmehr nothwendig, zwischen dem festen und flüssigen Inhalte des Kochers eine bestimmte relative Bewegung von solcher Energie zu erzeugen, daß die gegenseitige Lage fortwährend wechselt, also auch der Lauge ununterbrochen neue Angriffsstellen dargeboten werden und die Möglichkeit ausgeschlossen bleibt, daß sich bei Anwendung von Aetzkalk ungelöste Kalkseifen auf der Fasernmasse festsetzen. Insbesondere kommt in dem letzteren Falle noch in Betracht, daß nur dann die an und für sich schon schwache Lösung sich vollständig gesättigt erhält, wenn das Wasser durch Bewegung stets mit frischen Kalktheilen in Berührung bleibt.

Die geschlossenen Kocher, welche unter einem höheren Drucke stehen, unterliegen selbstverständlich bezüglich ihrer Widerstandsfähigkeit und Sicherheit im Betriebe sowohl im Baue, als in der Ausrüstung allen jenen Konstruktionsvorschriften und Bedingungen, welche beim Baue von Dampfkesseln zu Grunde gelegt werden müssen und lassen in Folge dessen zunächst nur zwei Formen zu: die zylindrische und die kugelförmige, weshalb denn auch unterschieden werden:

1. Zylinderkocher,
2. Kugelkocher.

Zur Hervorbringung der oben als nothwendig nachgewiesenen, relativen Bewegung zwischen Lauge und Hadern giebt es zwei Wege, da man entweder die Lauge durch die liegenbleibenden Hadern hindurchtreiben und in Zirkulation setzen, oder umgekehrt die Hadern in der Lauge bewegen kann.

Für den ersten Zweck genügt ein einfacher, feststehender, vertikaler, zylindrischer oder kugelförmiger Kocher mit einer Einrichtung, welche die unter einem Siebboden sich ansammelnde Lauge ununterbrochen durch vertikale Kanäle hinaufdrückt und wie in dem bekannten Bäuchkasten fächerartig über die Hadern ergießt.

Der zweite Weg verlangt dahingegen eine Anordnung, durch welche die Hadern unausgesetzt aus der Lauge herausgehoben und untergetaucht, oder durch dieselbe hindurchgezogen werden. Hierzu giebt es kein besseres Mittel, als die Hadern im Kocher für sich, oder gemeinschaftlich mit dem Kocher um eine horizontale Achse im Kreise zu bewegen, weil hierbei die Lauge dem Boden des Gefäßes stetig zuläuft.

Um eine solche Bewegung im Kocher herbeizuführen, könnte wie bei der Waschtrommel mit Schaufelwelle (S. 54) ein einfaches Rührwerk, bestehend aus langen, mit Armen an einer in der Achse des Kessels sich drehenden Welle befestigten Flügeln dienen. Bei nur oberflächlicher Betrachtung dieses Mittels ergiebt sich sofort die Nichtanwendbarkeit desselben wegen des Abreibens der Hadern an der inneren Kocherfläche und des dadurch verursachten großen Verlustes an Fasern.

Man muß sich vielmehr eines Mittels bedienen, das die Hadern mit großer Schonung behandelt, und ein solches geht aus dem eben genannten hervor, wenn

man die Flügel oder Schaufeln an der inneren Fläche des Kochers selbst treppenartig anbringt und diesen in Umdrehung setzt (Drehkocher, lessiveur rotativ, *rotary-boiler*), wobei die Hadern von den Leisten bis zu einer gewissen, von der Stellung der Leisten unabhängigen Höhe hinaufgenommen und dann in die Lauge zurückgeworfen werden. Bei dieser Anordnung ist aber ein sehr erwünschtes Abseihen der Lauge von den Hadern nicht vorhanden und deshalb verdient vor Allem die Konstruktion der Doppelkocher den Vorzug, bei dem sich in dem eigentlichen Kessel ein zweiter mit Löchern versehener befindet, welcher sich entweder in oder mit demselben dreht (Doppelter Drehkocher).

In Rücksicht auf die Ausführung, Bedienung und Instandhaltung der drei letzten Gebrauchsformen ist leicht begreiflich, daß in dem Falle, wo der innere Kessel sich in dem Kocher drehen soll, man sich auf die zylindrische Form beschränkt, weil die Kugelform hier besondere Konstruktionsschwierigkeiten darbietet, indem ein solcher Kugelkocher aus zwei leicht lösbaren Hälften zusammengesetzt sein müßte.

Mit Zugrundelegung aller eben erwähnten Anforderungen und Erwägungen sind folgende Kocher zur Anwendung gelangt:

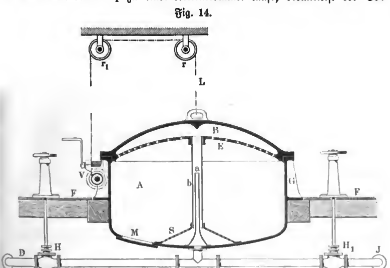
1. stehende Zylinderkocher,
2. festliegende Kugelkocher,
3. liegende Zylinderkocher,
    a. mit drehendem Innenkessel,
    b. drehend mit Rippen,
    c. drehend als Doppelkessel,
    d. drehend als Doppelkessel mit Rippen,
4. drehende Kugelkocher mit Rippen und Sieben.

1. Feststehende Kocher.

Die früher viel gebrauchten, jetzt fast nur noch in England und Schottland verwendeten, stehenden Zylinderkocher werden am besten durch diejenige Anordnung vertreten, welche von Meiklejon u. Sohn in Dalkeith bei Edinburg herrührt und in nebenstehender Fig. 14 dargestellt ist. Der Hauptsache nach besteht dieser Kocher aus einem gußeisernen Zylinder A von etwa 2 m Durchmesser und 1,5 m Höhe, der mit einem ebenfalls gußeisernen Deckel B verschlossen ist, auf dem Gestelle G aufruht und sich zum Theil unter dem Fußboden F befindet, um auf solche Weise die Höhe des Kessels über dem letzteren dem Arbeiter bequem zu machen. Zur Vertheilung der in den durch Dampf geheizten Kocher gegossenen Lauge wird der Dampf benutzt, welcher durch das Dampfrohr D bei geöffnetem Hahne H in der Mitte des Kocherbodens eintritt, zunächst die unter dem aus gelochtem Bleche gebildeten Schirme S gesammelte Lauge ins Kochen bringt, dann durch das Rohr a unter den Deckel gelangt und zugleich zwischen den Röhren a und b die Lauge hinauftreibt. Der gußeiserne Deckel B trägt nun unter sich einen zweiten auch gewöhnlich aus Gußeisen her-

gestellten Deckel E, der mit einer großen Anzahl Löcher von 25 mm Durchmesser und mit einem Rohrstutzen versehen ist, der sich beim Niederlassen des Deckels über das Rohr b schiebt. Die hinaufkochende Lauge ergießt sich nun über den durchlochten Deckel E gleichmäßig fächerartig getheilt durch die Löcher auf die in den Kocher eingeschütteten Hadern, durchdringt dieselben, sammelt sich wieder unter dem Schirme S und durchläuft diesen Weg so lange, bis eine vollständige Temperaturausgleichung erfolgt ist. Da sich diese aber leicht vermeiden läßt, so braucht keine Unterbrechung des Prozesses einzutreten. Nach der vollendeten Kochung wird dann der Hahn H geschlossen und der Hahn H_1 geöffnet, um die Lauge durch das Rohr J abfließen zu lassen. Zum Einbringen der Hadern in den Kocher wird der Doppeldeckel, welcher an der Kette L hängt, die über die Rollen rr_1 zu einer Kettentrommel läuft, vermittelst des Vor-

Fig. 14.



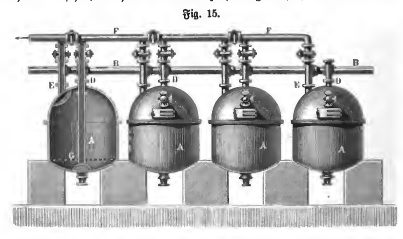
geleges v gehoben. In der Regel findet auch die Entleerung oben statt, obwohl die vielfach angetroffene Anordnung einer unten angebrachten um Scharniere drehbaren Klappe M einer seitwärts angebrachten Entleerungsthür zweckmäßiger erscheint.

In diesen Kochern wird gewöhnlich nur mit geringem Dampfdrucke ($^1/_4$ bis $^1/_2$ Atm. Ueberdruck) gekocht und dann der Deckel so schwer gemacht, daß er bei dem Drucke nicht abgehoben werden kann oder höchstens doch nur einiger Befestigungsklammern bedarf. — Dem unverkennbaren Vortheile dieser Kocher, daß sie wegen der unveränderlichen Lage der Hadern wenig Faserverlust verursachen, steht der Nachtheil gegenüber, daß sie für den gleichen Erfolg mehr Laugematerial in Anspruch nehmen, überhaupt wenig kräftig wirken und für die Anwendung von Aetzkalk, sowie zum Kochen der ganz groben Hadern wohl kaum brauchbar sind. Sie kommen übrigens in mehreren Konstruktionen und verschiedenen An-

ordnungen vor. Namentlich werden nach dem Vorgange von Young und Lowell (Dingler's polyt. Journ. Bd. 146, S. 86) mehrere Kocher so mit einander verbunden, daß man Lauge und Dampf von einem Kessel in den anderen ablassen kann, wodurch Wärme und Laugensalz erspart wird. Besonders ist diese Anordnung von großem Werthe, wenn eine Hadernpartie mehrere Male gekocht werden soll, weil dann die gebrauchten Laugen hinter einander sämmtliche Kocher passiren und vollständig ausgenutzt werden. In solchen Fällen ist die Einschaltung von Injektoren für den Transport der Lauge von einem Kocher in den anderen sehr zu empfehlen.

Eine solche Vereinigung von vier Kochern zeigt die untenstehende Fig. 15, in welcher zugleich noch eine andere Konstruktion des Kochers vor Augen geführt ist. Die vier Kocher *AAAA* sind zunächst zum Füllen und Entleeren mit Thüren versehen, welche in der oberen Hälfte angebracht sind und mit Sieb-

Fig. 15.



böden *G*, auf welchen die Hadern ruhen. Ueber den Kochern liegt seitwärts das Dampfrohr *B*, aus dem sich kurze horizontale Stutzen abzweigen, welche zur Verbindung mit den Dampfröhren *D* dienen, die bis zum Boden des Kochers gehen und in eine Brause münden, durch deren Löcher der Dampf unter den Siebboden tritt, um von unten aufwärts die Hadern zu durchströmen. In diesen horizontalen Stutzen befinden sich zugleich die Hähne zum Einlassen und Absperren des frischen Dampfes. Ferner gehen aus dem oberen Kocherraume Röhren *E* ab, die sämmtlich in das Rohr *FF* münden. Außerdem sind die Dampfeintrittsröhren *D* ebenfalls durch vertikale Verlängerungen mit dem Rohre *F* verbunden, sowie durch Hähne zu schließen und abzusperren. Hierdurch ist es möglich, den in einem Kessel aufsteigenden Dampf durch *EF* und *D* in den Nachbarkocher zu bringeu und diesen also mit abgehendem Dampfe zu heizen. Ebenso gelangt die Lauge bei entsprechender Hahnstellung in Folge des in dem heißen Kessel herrschenden Ueberdruckes durch die Röhren *DF* und *D* in den Nachbarkessel. Bringt man ferner das Rohr *F* mit dem Laugenbottiche in Ver-

bindung, so kann nun auch durch *E* oder *D* die Lauge in die Kocher gelassen werden.

Besondere Beachtung dürfte auch ein von Körting in Hannover zunächst für die Zellulosefabrikation gebauter Kocher verdienen, in dem die Laugenzirkulation durch einen kräftigen Injektor bewirkt wird. Eine ausführliche Beschreibung dieses Kochers befindet sich später in dem Kapitel über Zellulosefabrikation.

Die feststehenden Kugelkocher unterscheiden sich von den eben beschriebenen nur durch die Form und die Art der Füllung und Entleerung, indem hierfür auf der oberen und unteren Kugelhälfte Thüren angebracht sind, die gut gedichtet, im Uebrigen aber nur durch kräftige Vorreiber geschlossen gehalten werden.

2. Drehende Kocher.

Von viel größerer Wichtigkeit als diejenigen Kocher, in welchen die Lauge durch die Hadern getrieben wird, sind solche, welche umgekehrt die Hadern durch die Lauge bewegen, weil sie sich in Bezug auf den Kochprozeß bedeutend wirksamer erweisen, ohne deswegen auf das Kochen feiner Hadern beschränkt zu sein. Sie haben vielmehr nach ihrem Bekanntwerden, seit dem Jahre 1848, wo sie von Butler in New-Jersey zuerst in Anwendung gebracht wurden, die offenen und festen Kocher fast vollständig verdrängt, übrigens auch sehr verschiedene Ausführungen aufzuweisen, aber nur zwei Formen als Grundlage: die Zylinder- und die Kugelform (Zylinderkocher, Kugelkocher).

α. Zylinderkocher. — Der Zylinderkocher in seiner ersten Einrichtung bestand aus einem einfachen Zylinder, der horizontal liegend mit freiem Feuer geheizt und mit einem wegnehmbaren Boden verschlossen, sowie zum Beschicken und Entleeren zugängig gemacht wurde.

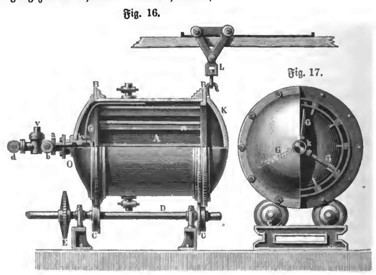
Derselbe war also, streng genommen, ein gewöhnlicher Dampfkessel, für das Haderkochen sehr ungeeignet, weil die Bewegung ganz fehlte und erst zur Brauchbarkeit entwickelt, als man ihm eine drehende Bewegung und im Inneren eine Einrichtung ertheilte, welche ein Emporheben der Hadern und ein Ablaufen der Lauge aus den Hadern gestattete.

So entstand zuerst der Kocher von Planche und Rieber (1853). Derselbe bildet einen Zylinder von etwa 2,5 m Länge und 1,5 m Durchmesser mit zwei sehr starken, gewölbten Böden, wovon jeder einen hohlen Zapfen in der Mitte besitzt, mit denen der Kocher in horizontaler Lage aufruht und vermittelst Zahnräderantrieb durchschnittlich dreimal in der Minute gedreht wird. Auf der einen inneren Seite des Kochers befinden sich mehrere Reihen Eisenstifte von 20 cm Länge und 2 cm Dicke, welche die Hadern mit in die Höhe nehmen und dann fallen lassen. Diesen Stiften gegenüber ist ein Mannloch angebracht, das sowohl zum Laden als Entfernen dient und für den ersten Zweck nach oben, für den letzten nach unten gerichtet stehen muß. Die Drehzapfen des Kochers sind hohl und enthalten Stopfbüchsen zur Aufnahme von Röhren und zwar gewöhnlich in einer solchen Anordnung, daß durch den einen Zapfen ein Rohr geht, das sich nach einem Dampfkessel und nach dem Laugenbehälter abzweigt und vermit-

telst zweier Hähne nach Bedürfniß als Dampfrohr oder Laugenrohr abgestellt oder geöffnet werden kann, und durch den zweiten Zapfen ein Rohr, das heberartig auf den Kocherboden reicht und zum Ablassen der Lauge und des überflüssigen Dampfes dient. An dieser Seite ist der Kocher auch, um ein Mitreißen von Fasern mit der Lauge und dem Dampfe zu vermeiden, mit einer Scheidewand versehen, welche siebartig durchlöchert ist. Dieser Kocher, der eine lange Zeit vorherrschte, besitzt in erster Linie den Nachtheil, daß die Lauge während des Kochprozesses nicht abgeschieden wird, wodurch alle Unreinlichkeiten sich fortwährend wieder mit den Hadern vermischen. Dann ist es unzweckmäßig und sogar gefährlich einen so langen, drehenden Zylinder nur an zwei Endzapfen aufzulegen, weil die unvermeidlichen kleinen Durchbiegungen nach und nach eine Neigung zum Brechen des Metalls hervorrufen.

Fig. 16.

Fig. 17.



Von allen diesen Uebelständen frei ist der in Fig. 16 und 17 dargestellte drehende doppelte Kocher des Engländers Robertson (1857), welcher deshalb den vorhergehenden auch vielerwärts verdrängte. Derselbe ist aus zwei in einander geschobenen Zylindern *A* und *B* gebildet, wovon der innere *A* siebartig mit Löchern von etwa 5 mm Weite durchbrochen ist, welche, weil der Abstand zwischen den beiden Zylindern etwa 15 cm beträgt, unausgesetzt die Lauge mit den Schmutztheilen von den Hadern auch während des Kochens absondern und vermeiden, daß die schweren Schmutztheile wieder zu den Hadern gelangen, da sie sich bei der langsamen Bewegung der Kocher absetzen. Ferner sind im Inneren dieses Kessels 10 Lineale *n* angebracht, welche die Hadern emporheben und aus geeigneter Höhe herunterfallen lassen. Der Eintritt, sowohl des Dampfes als der Lauge, erfolgt in der Mitte des Kesselbodens *O* durch die Kammer *k*, von der sich zunächst drei Röhren *G G G* so abzweigen, daß sie in den zylindrischen

Zwischenraum des Kochers bis zur Mitte hineinreichen. Außerhalb des Kochers schließt sich an die Kammer k ein Rohrstück a an, das einerseits in die Stopfbüchse dieser Kammer eintritt und hier gehörig abgedichtet ist, andererseits das Laugenrohr d und das Dampfrohr b aufnimmt, wovon jedes mit einem Hahne abgesperrt werden kann. Beim Oeffnen des Hahnes v fließt die Lauge durch die drei Röhren G auf die Hadern; nach Oeffnen des Hahnes b tritt dahingegen Dampf durch dieselben Röhren in den Zwischenraum. — Zum Einbringen und Herausnehmen der Hadern ist der zweite Boden K zum Wegnehmen eingerichtet, deshalb vermittelst eines Hakens an einer Laufkatze L aufgehängt und leicht fortzuschieben, nachdem die Verbindungsschrauben gelöst sind. — Die Drehung des Kochers erfolgt nicht um Endzapfen, sondern in der Weise, daß man den äußeren Kessel mit zwei Bandagen oder Laufringen BB versieht und hiermit auf vier Rollen CC legt, wovon zwei auf der durch das Zahnrad E in Drehung versetzten Welle D festgekeilt sind, während die zwei anderen durch Reibung mitlaufen. Diese Art der Drehungsertheilung bietet weniger Gefahr für das Durchbiegen und ist daher auch ein Mittel, die Kessel zu verlängern, so daß man die Länge ohne Bedenken bis zu 3 m und mehr vergrößern kann.

Dieser Robertson'sche Kocher vereinigt in sich eine Reihe von Vortheilen, welche nicht nur eine vorzügliche Kochung bei geringstem Verbrauche an Laugenmaterial zur Folge hat, sondern auch eine verhältnißmäßig leichte Bedienung ermöglicht, und gehörte daher eine lange Zeit hindurch zu den beliebtesten Kochern. Als Nachtheile lassen sich aber nicht in Abrede stellen: das große Gewicht und eine Schwerfälligkeit im Gebrauche, in so fern als das Abnehmen und Befestigen des fliegenden Deckels mit dem Lösen und Anziehen einer großen Anzahl Deckelschrauben zeitraubend ist und in Folge davon vielfach nachlässig betrieben wird. Man ist daher auf mancherlei Vereinfachungen bedacht gewesen, wovon vorerst diejenige hervorgehoben werden mag, bei welcher man sich auf die Drehung des inneren Kessels beschränkte, denselben aber so einrichtete, daß man ihn zum Zwecke der Füllung und Entleerung aus dem äußeren Kessel herausziehen konnte. Die Fig. 18, 19 u. 20 (a. f. S.) stellen diesen von Donkin konstruirten, vielfach gebrauchten Kocher dar. Der äußere Blechkessel A liegt fest auf den Böcken GG und hat eine Länge von 3,2 m und einen Durchmesser von 1,85 m. Der durch Punktirung angedeutete Innenkessel ist so viel kürzer und enger, daß zwischen beiden ein Spielraum von 15 cm frei bleibt. Er ruht auf zwei Endzapfen, von denen der eine seine Lagerung in dem Deckel D, der andere in einem Querbalken findet, welcher im Innenkessel mittelst Rollen und Laufschienen hin und her geschoben werden kann. Der Deckel D (Fig. 20), welcher einerseits den Zapfen des Innenkessels trägt, andererseits mit dem Hauptkessel A durch eine größere Anzahl (24) Klappschrauben s verbunden und vermittelst einer in der herumlaufenden Zarge Z angebrachten Hanfpackung abgedichtet ist, ruht auf dem Querbalken q (Fig. 19), der mit zwei Rollen auf zwei Schienen xx läuft und nach Lösung der Deckelschrauben s vermittelst der Kurbel k und der Zahnräder $r_1 r_2 r$, sowie der Zahnstange z (Fig. 18) verschoben werden kann, um dadurch den Innenkessel zum Zwecke des Füllens und Entleerens durch ein passend angebrachtes Mannloch herauszuziehen. Die Drehung des Innenkessels, der zum Zwecke

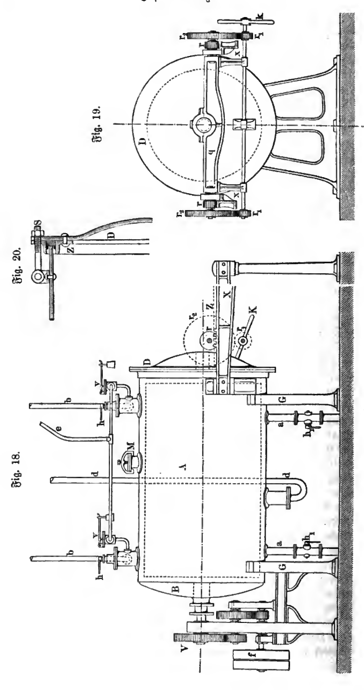


Fig. 18. Fig. 19. Fig. 20.

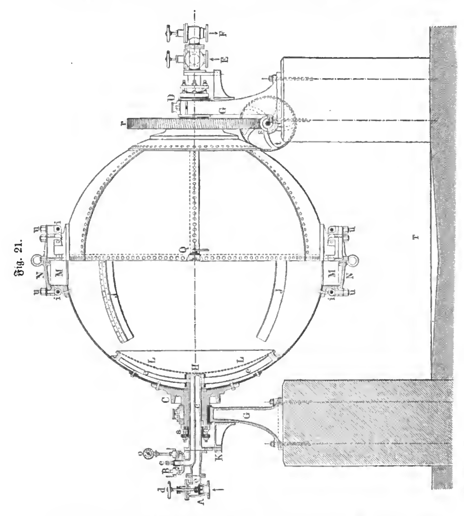
der Hadernwendung inwendig mit Winkelschienen beschlagen ist, erfolgt durch einen in den festen Kesselboden *B* drehbar gelagerten Achsenstumpf, der im Inneren des Kessels einen Mitnehmer trägt, welcher auf einen am Innenkessel angebrachten kurzen Arm wirkt. Dieser Stumpf erhält seine Umdrehung sodann von dem Vorgelege *V*, das von der Riemenscheibe *f* angetrieben wird. Zum Zufließen der Lauge oder Wasser dienen die durch die Hähne *h* verschließbaren Röhren *bb*; zum Ablassen sind die mit den Hähnen h_1 versehenen Röhren *aa* angebracht. Der Dampf findet Zutritt durch das Rohr *d*, Regulirung durch die Sicherheitsventile *vv* und Austritt durch das Rohr *e*. Dieser Kocher nimmt 1000 bis 1200 **kg** Hadern auf.

Eine noch weiter gehende Vereinfachung von Piette besteht darin, daß der gedrehte Innenkessel ohne Herausnehmen durch den äußeren Kessel gefüllt und entleert werden kann und zwar durch ein oben und ein unten angebrachtes Mannloch, mit dem abwechselnd eine Oeffnung im Innenkessel korrespondirt.

β. Kugelkocher. — Trotz mancherlei Verbesserungen zum Zwecke einer bequemeren Bedienung, Füllung, Entleerung, Reparatur ꝛc. bleiben die rotirenden doppelten Zylinderkocher so schwerfällige Apparate, daß man in vielen Fällen wieder zu den einfachen Kesseln zurückkehrte, bis ein vollständiger Umschwung sich durch Einführung der rotirenden Kugelkocher vollzog (Berlin. Verhandl. 1866, S. 74).

Die Erfindung dieses Kochers rührt ebenfalls von dem Engländer Donkin her, der bereits 1855 einen solchen Kocher aufstellte. Die erste Anordnung bestand in einer Hohlkugel von Eisenblech, die in der Mitte durch zwei etwa 15 cm von einander abstehende, durchlöcherte Scheidewände in zwei Hälften getheilt war, die gesondert durch je ein Mannloch bedient wurden. Der Dampf trat durch die hohlen Zapfen zwischen diese Scheidewände und vertheilte sich in die zwei Halbkugeln, so daß in diesem Kocher gewissermaßen die Vortheile des einfachen und des doppelten Kochers vereinigt sind. — Als Vortheil des Kugelkochers ist besonders zu erwähnen die außerordentlich leichte und daher schnelle Beschickung und Entleerung, weil ja die Kugelform ein Herausfallen der Hadern bei geöffnetem, in dem größten Vertikalkreise angebrachten Mannloche ohne Zuthun einer weiteren Hülfe veranlaßt, während die Beschickung nichts weiter als einen Fülltrichter verlangt. Dann bietet die Kugelform die größte Gewähr gegen Platzen, weil sie die Form des gleichmäßig vertheilten Druckes ist. Der Kugelkocher nimmt mehr Platz in der Höhe, weniger in der Horizontalfläche ein, wie ein Zylinderkocher von gleichem Inhalte. Die Auflagerung desselben an horizontalen Endzapfen hat kein Bedenken, weil die oben erwähnte Durchbiegung nicht stattfinden kann. In einem Kugelkocher rollen sich die Hadern niemals wurstförmig auf, sondern werfen sich vielmehr durch einander, da sie sich nicht in gleichen Kreisen bewegen, namentlich wenn in denselben Rippen zum Aufheben vorhanden sind. Es bietet demnach diese Form der Kocher so erhebliche Vortheile, daß es leicht erklärlich ist, warum dieselben immer mehr und mehr zur Anwendung gelangen und an Stelle der Zylinderkocher treten, zumal in neuester Zeit auf die Konstruktion und Durchführung in den Einzelheiten eine große Sorgfalt verwendet wird.

Wenngleich die Kugelkocher in mancherlei Abänderungen gebaut werden, so ist doch ihr Wesen immer dasselbe, weshalb es hier genügt, an einer Ausführung die allgemeine Anordnung zu erklären. Zu diesem Zwecke mag zunächst der in nebenstehender Fig. 21 halb im Durchschnitt dargestellte Kocher von Voith in


Fig. 21.

Heidenheim dienen, der sich durch bedeutende Größe und gute Anordnung auszeichnet. Derselbe ist aus Eisenblechtafeln von 14 mm Dicke zusammengenietet, die über Kugelformen gebogen sind und hat einen Durchmesser von 3 m, so daß er 1500 bis 2000 kg, im Mittel 1800 kg trockene Hadern aufnehmen kann. Zwei starke angenietete gußeiserne Zapfen *C* und *D*, welche auf den zwei

Hohlgußböcken $G\,G$ in Lagern ruhen, tragen den Kocher und gestatten zugleich seine Drehung, zu deren Hervorbringung auf dem Zapfen D ein großes Schraubenrad r angebracht ist, in welches eine Schraube ohne Ende (Schnecke) s eingreift, die von der Riemenscheibe t aus angetrieben wird. Bei der Drehung nehmen die aus Winkeleisen gebogenen Leisten JJ die Hadern mit hinauf, so daß diese sich nicht zusammenrollen können. Die zwei Hälften C und D des Kochers sind symmetrisch gebaut. Zum Einlassen des Dampfes dient der Zapfen C, welcher zu diesem Zwecke hohl ist und das Rohr AH aufnimmt, welches gehörig abgedreht, durch die Stopfbüchse bei a gedichtet und an dem Träger K befestigt ist, so daß der Kocherzapfen sich um dieses Rohr dreht. Nach Oeffnung des Dampfeinlaßventils d strömt der frische Kesseldampf durch das Rohr ccc so ein, daß er im Kocher stets die Richtung nach unten nimmt, um dann durch das aus gelochtem Bleche bestehende Sieb LL zu den Hadern zu gelangen. Zum Auslassen der Luft bei Beginn des Kochens und zum Einlassen derselben bei Schluß der Operation dient ein bei B angebrachter Lufthahn, der sowohl als das Sicherheitsventil C und das Manometer bei o durch ein Rohr eee mit dem oberen Raume des Kochers in Verbindung steht, so daß auch von Zeit zu Zeit die sich hier ansammelnden Gase abgelassen werden können. Durch den Zapfen D mündet ein ähnliches Rohr ein, das durch den Stutzen E mit dem Laugenbottiche in Verbindung steht und an dem Stutzen F ein Rohr aufnimmt, welches die Lauge und den Dampf ausläßt, zu welchem Zwecke das im Inneren des Kochers liegende Rohr wie das gegenüberliegende c nach abwärts gebogen ist. Daß auch an dieser Seite eine gelochte Blechwand nothwendig ist, um das Mitreißen von Fasern beim Ablassen der Lauge zu vermeiden, bedarf wohl nur der Andeutung. Der Rest der Waschflüssigkeit findet seinen Ausweg durch den in der Mitte des Kochers angebrachten Hahn Q, wenn derselbe nach unten gewendet steht. Zum Beschicken und Entleeren sind zwei einander gegenüber liegende Löcher MM von etwa 0,5 m Durchmesser angebracht, an welche sich zwei kräftige Ringe, durch Vernietung mit dem Kocher befestigt, anschließen, welche die Verschlußdeckel NN aufnehmen. Um diese vermittelst der Schrauben uu schnell befestigen, beziehungsweise lösen zu können, sind diese um Bolzen ii drehbar angeordnet, so daß es nur eines geringen Rückdrehens der Muttern und eines Zurückschlagens der Schraubenbolzen bedarf, um die Deckel frei zu machen und umgekehrt, um dieselben zu befestigen. Die Dichtung ist durch sauberes Abdrehen der Flächen und Einlegen eines kupfernen oder bleiernen Dichtungsringes genügend gesichert. — Die Anbringung von zwei einander diametral gegenüber liegenden Oeffnungen bietet den Vortheil, daß nach Entleerung des Kochers ohne eine Wendung desselben die Beschickung durch die oben liegende Oeffnung vorgenommen werden kann. Am einfachsten erfolgt dieselbe durch einen Schlauch, der sich über dem Kocher in der Decke befindet und in den eine abgewogene Hadernmenge eingeworfen wird. Aus diesem Grunde und wenn es die Umstände erlauben, ist es anzurathen, die Hadernmagazine wo möglich unmittelbar über den Kochern anzubringen.

Der beschriebene Kocher macht in der Minute eine bis zwei Umdrehungen bei einem Kraftverbrauche von ein bis zwei Pferdestärken.

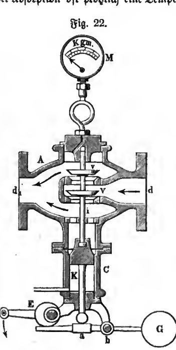
Die sämmtlichen vorher beschriebenen Kocher haben das Charakteristische, daß der zum Kochen dienende Dampf ohne weiteres zu dem Kocherinhalte gelangt, sich mit demselben mischt und durch Kondensation die Laugeflüssigkeit stetig vermehrt. Ist die Lauge nun aus leicht löslichen Salzen (Soda, Aetznatron) gebildet, so wird sie durch das Einströmen des Dampfes nach und nach verdünnt und so geschwächt, daß ihre Einwirkung aufhört. In diesem Falle ist es daher nothwendig von Zeit zu Zeit frische sehr konzentrirte Lauge nachzufüllen, in der Regel nachdem man eine Portion des Kocherinhaltes abgelassen hat. Ein sehr wirksames Mittel zur Beseitigung dieses Uebelstandes besteht darin, daß man die Erwärmung des Inhaltes indirekt herbeiführt, indem man den Dampf durch Röhren oder ein Röhrensystem leitet, welches im Kocher liegt. Dadurch entsteht dann ein neues System von Kochern, das System mit Röhrenheizung, das bereits in sehr verschiedenen Formen in Vorschlag gebracht, zur Ausführung aber noch nicht so in Aufnahme gekommen ist, daß man diesen Konstruktionen eine große Wichtigkeit beilegen kann. Der Grund hierfür liegt in der einfachen Thatsache, daß der genannte Nachtheil beim Kochen mit Kalk gar nicht vorhanden ist, da die Kalklauge wegen der Schwerlöslichkeit des Kalkes stets gesättigt bleibt und durch Hinzutritt des zu Wasser kondensirten Dampfes eben in demselben Maße mehr Kalk gelöst wird. Das genannte System hat daher nur beim Kochen mit Soda oder Aetznatron einen Zweck; da dieses aber, wenigstens in Deutschland, zu den Ausnahmen gehört, während das Kochen mit Kalk Regel ist, so liegt hier eine Veranlassung zum Gebrauche dieses Systemes nicht vor. Außerdem haben sich sämmtliche bis jetzt nach dieser Richtung hin vorgeschlagenen Konstruktionen durch ihre Komplizirtheit als theuer und vielfach Reparaturen bedürftig erwiesen.

Aus dem Grunde ist auch wohl der sehr günstig beurtheilte Kocher von Débié (beschrieben in Hoffmann's Handbuch der Papierfabrikation S. 52) so selten in Anwendung gebracht. — Zweckmäßig dahingegen erscheint es, die Kocher durch Einhüllen mit schlechten Wärmeleitern (Korksteinen u. dergl.) gegen Abkühlung und dadurch Wärmeverlust zu schützen.

γ. Kocherarmatur. — Alle Kocher, die mit gespannten Dämpfen kochen, sollen mit denjenigen Vorrichtungen ausgestattet sein, welche den Dampfdruck jeden Augenblick erkennen lassen und die Ueberschreitung des gewünschten Druckes sofort anzeigen, d. h. es ist die Anbringung eines Manometers und Sicherheitsventiles unerläßlich und zwar nicht nur zur Beaufsichtigung der Kochoperation, sondern auch zur Vermeidung von Explosionen. In Bezug auf letztere soll nicht unerwähnt gelassen werden, daß ihre Veranlassung häufig in dem vernachlässigten Verschlusse der Deckel gefunden ist, da das allerdings sehr zeitraubende und unbequeme Verschrauben oft nicht sorgfältig genug vorgenommen wird. In dieser Beziehung sind namentlich die Zylinderkocher mit Bodenverschluß (wie in Fig. 16 und 17, S. 73) sehr verwerflich, da hier mitunter 40 bis 50 Schrauben los- und festzuziehen sind, und die Anbringung von Mannlöchern immer vorzuziehen. — Eine andere eigenthümliche Erscheinung wird oft bei den Kochern wahrgenommen und mit Recht als ein Glied in die Kette der Ursachen der Explosionen eingefügt.

Sie besteht nämlich darin, daß die Spannung im Inneren eines Kochers größer wird als die Spannung im Dampfkessel, dem der Dampf entnommen wird. Diese Spannungserhöhung wird zum Theil veranlaßt durch die Entstehung verschiedener Gase, namentlich des Ammoniaks, während des Kochens, die eine bedeutend größere Tensionsfähigkeit besitzen als der Wasserdampf, zum Theil durch eine Wärmeentwickelung, welche immer stattfindet, wenn alkalische Laugen oder damit getränkte Substanzen Gelegenheit bekommen Dampf zu absorbiren. Im Kocher wird dabei erst so lange Dampf kondensirt, bis der Kocherinhalt die Temperatur des eintretenden Dampfes angenommen hat, dann aber tritt in Folge der Absorption oft plötzlich eine Temperatur- und Spannungserhöhung ein, welche die Kesselspannung überschreitet und gefahrdrohend werden kann. Aus diesem Grunde sollte neben dem mit dem Kocher in Verbindung gebrachten Sicherheitsventil noch ein Dampfregulator eingeschaltet werden, der die Kommunikation des Kochers mit dem Dampfkessel aufhebt, sobald in ersterem eine Druckerhöhung eintritt. Früher stand dazu fast ausschließlich der Legat'sche Druckregeler in Gebrauch, dessen Einrichtung in „Hoffmann, Handbuch der Papierfabrikation" beschrieben ist. Auf demselben Prinzipe beruhend, jedoch viel einfacher in der Konstruktion, ist der Druckregeler von Rosenkranz und Droop in Hannover, welcher in nebenstehender Fig. 22 vor Augen geführt ist. In dem Ventilgehäuse A befinden sich auf gemeinschaftlicher Spindel i die zwei gleich großen Ventile v, v. Die Ventilspindel i trägt sodann einen Kolben K, der in dem Zylinder C gedichtet sich bewegen kann, aber durch das an dem Hebel abc wirkende Gewicht G stets nach oben gedrückt wird, so daß die Ventile v und v geöffnet sind. Der Dampf tritt nun bei d ein, passirt die Ventile, gelangt bei d_1 zum Kocher und drückt zugleich auf den Kolben K. Das Gewicht G ist aber so bemessen, daß es an dem Hebel abc wirkend dem auf K drückenden Dampfe von bestimmter Pressung das Gleichgewicht hält. Sowie aber der Dampfdruck größer wird, preßt er den Kolben abwärts und schließt die Ventile, während diese sich sofort wieder öffnen, wenn im Kocher die normale Pressung herrscht. Letztere ist sodann am Manometer M abzulesen und durch die Verschiebung des Gewichtes G genau zu regeln. Dieser Dampfregeler ist zugleich auch zum Absperren des Dampfes eingerichtet dadurch, daß man vermittelst des Exzenters E

Fig. 22.

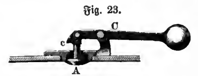


das Ende *a* des erwähnten Hebels niederdrückt und so die Wirkung des Gewichtes *G* ganz aufhebt, wodurch die Ventile *v v* sich auf ihre Sitze legen. (Andere Druckregeler sind beschrieben in Dingler's pol. Journ. **250**, 103; Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. Bd. XXVII, S. 241.)

Zum Ablassen der oben erwähnten Gase sowohl als auch des überflüssigen Dampfes ist die Anbringung eines Abblaseventils sehr anzurathen, welches sich periodisch öffnet, z. B. bei jeder Umdrehung einmal auf einen kurzen Augenblick, dadurch, daß der Ventilhebel von der Kesselbewegung aus bewegt wird.

Wenn einerseits in Folge der Absorbtion ꝛc. die Spannung im Kocher wächst, so tritt andererseits am Schlusse der Kochoperation nach Abstellung des Dampfes, als auch mitunter während des Kochens, im ersteren Falle durch Kondensation eine Spannungsabnahme ein, die eine Ausgleichung des Druckes im Kocher mit der äußeren Atmosphäre wünschenswerth macht. Diese Ausgleichung erreicht man am einfachsten in der Weise, daß man das Abblaseventil zugleich als Luftventil konstruirt. Ein solches Ventil ist in nebenstehender Fig. 23 dargestellt. Man erkennt leicht, daß die Verschlußscheibe *A* an dem Hebel *c C* hängt, der die Oeffnung des Ventils verursacht, wenn er mit dem Kugelende gehoben wird. Der Verschluß erfolgt dann sofort durch den inneren Dampfdruck, wenn der Hebel wieder frei wird. Beim leeren Kocher bewirkt das Gewicht der Kugel den Schluß, während ein Vakuum im Kocher sofort ein Oeffnen desselben veranlaßt. Soll dieses Ventil am Kessel selbst angebracht werden, so ist nur nothwendig, statt des Gewichtes eine Feder anzuwenden.

Fig. 23.



Die Beschickung der Kocher erfolgt am passendsten in der Weise, daß man zuerst die Hadern und zwar je nach der Größe der Kocher in verschieden abgewogenen Mengen einbringt. Das geringste Gewicht einer Füllung ist wohl 500 kg, das größte 3000 kg. Unter 500 kg sollte man deshalb nicht gehen, weil der Dampfverbrauch dann relativ zu groß wird; und 3000 kg muß wohl als das größte zulässige Gewicht angesehen werden, weil die Kocher sonst zu große Abmessungen fordern und zu schwerfällig in der Handhabung werden. In der Regel geht man über 2000 kg nicht hinaus; die Durchschnittsfüllung dürfte sogar wohl auf 1500 kg anzunehmen sein.

Nach Einbringung der Hadern wird Lauge und Wasser eingeleitet und zwar erstere aus abgemessenen Gefäßen, das letztere am zweckmäßigsten aus einer Wasserleitung oder noch besser aus einem Dampfkessel durch Wassermesser abgemessen; beide zusammen in solchen Mengen, daß die Hadern eben bedeckt sind. Beim Zulassen der Lauge, namentlich der Kalkmilch, soll dafür Sorge getragen werden, daß alle Verunreinigungen fern bleiben, weshalb man die Lauge ein Drahtsieb passiren läßt, dessen Maschen etwa nur 0,5 mm Weite haben.

Sofort nach Verschluß der Deckel beginnt die Drehung der Kocher und die Zuströmung des Dampfes durch allmähliches Oeffnen der Dampfventile, indem ein plötzliches Oeffnen Gefahren nach sich zieht.

Schon geraume Zeit vor Beendigung der Kochoperation ist es zulässig den Dampf abzusperren, da die im Kocher vorhandene Masse die Wärme in solcher Menge aufgespeichert hat, daß die Temperatur noch lange Zeit nach der Dampfabsperrung in genügender Höhe erhalten bleibt.

Die Entleerung beginnt sodann mit dem Ablassen der Lauge und da dies zur Vermeidung von Faserverlust und Deformation der vor der Entnahmestelle angebrachter Siebtafeln nicht unter hohem Druck geschehen soll, so läßt man den Kocher erst so weit abkühlen, daß nur noch ein für das Auspressen der Lauge genügender Druck vorhanden ist. Ist dieser richtig bemessen, so wird eine große Menge Flüssigkeit ausgepreßt und eine Hadernmasse erhalten, in welcher so wenig Lauge zurückgeblieben ist, daß man sie nun ohne Weiteres durch die geöffneten Mannlöcher ꝛc. herausnehmen kann. In manchen Fällen ist es übrigens von großem Vortheil, wenn man die Hadern im Kocher noch einmal durchspült, namentlich wenn mit Soda gekocht wurde. Doch darf dieses Durchspülen niemals mit kaltem, sondern nur mit heißem Wasser geschehen, weil bei einer Vermischung der heißen Hadern mit kaltem Wasser die in der Lauge suspendirten Schmutztheile sich sofort wieder auf die Fasern niederschlagen und dadurch eine Verminderung der Kochwirkung herbeiführen würden. Diese Erscheinung zeigt sich nicht so auffallend, wenn die Hadern vorher langsam abkühlen. Da nun heißes Spülwasser gewöhnlich nur dem Dampfkessel entnommen werden kann, dieses Kesselwasser aber selten sehr rein, in der Regel durch Kesselschlamm stark verunreinigt ist, so erklärt sich hieraus leicht, daß das Nachspülen der Hadern im Kocher nur unter sehr günstigen Umständen erheblichen Nutzen schafft und gewöhnlich unterlassen wird. — In manchen Fabriken wird die Lauge überhaupt nicht erst aus dem Kocher entfernt, sondern mit den Hadern abgelassen; dann müssen diese in Körben oder besser in Wagen aufgefangen werden, welche durchlöcherte Boden besitzen, damit die Hadern abtropfen können. — Bei Aufstellung der Kocher ist stets dafür Sorge zu tragen, daß unter denselben genügend Platz für das Unterschieben der Hadernwagen oder Karren entsteht. Um das Kochhaus dabei nicht zu sehr erhöhen zu müssen, ist die Anordnung sehr bemerkenswerth, welche in sanft aufsteigenden Versenkungen oder Kanälen zwischen den Fundamentmauern der Kocher besteht, wie bei der Aufstellung des Kugelkochers, Fig. 21 (S. 76) bei *T*, zu sehen ist. Diese Versenkungen kann man dann zum Ablassen der Lauge mit Filtrirsteinen abdecken.

3. Waschen.

Wenn der Zweck des Kochens vollständig erreicht ist, so befinden sich die fettigen Theile der Hadern nach dieser Operation in Seifen verwandelt in der Lauge und zwar gelöst oder, wie bei den unlöslichen Kalkseifen, emulsionsartig vertheilt. Die Hadern lassen die Folgen dieses Prozesses daran erkennen, daß sie weich und mürbe geworden sind. Mit der Ablösung der klebenden Substanzen ist nun auch der noch mechanisch eingeschlossene Schmutz frei geworden und zum Theil zur Beseitigung vorbereitet, zum Theil durch die beim Kochen in

Drehkochern herbeigeführte mechanische Einwirkung von den Hadern abgeschlämmt und mit der Kochflüssigkeit entfernt. Das Ablassen der letzteren von den Hadern ist aber mehr oder weniger als ein Abseihe- oder Filtrirprozeß anzusehen, wobei die Hadern als Seiher oder Filter dienen und, da sie, schwer auf einander liegend, nur ganz kleine Durchgangsöffnungen darbieten, einen großen Theil der mechanischen Verunreinigungen nicht nur sondern auch die ungelösten Seifenpartikelchen der Emulsion zurückhalten. Je mehr die letzteren aber von Wasser befreit werden, je mehr kleben sie wieder mit den anderen Schmutztheilen zusammen und lagern sich wieder fest an die Fasern, indem sie zugleich mit der Abkühlung erstarren. Aus diesem Grunde ist es sehr erwünscht, die Hadern, wo möglich noch so lange sie heiß sind, mit Wasser abzuwaschen (Waschen, lavage, *washing*), wozu wegen der bedeutenden Wärme, die noch in denselben aufgespeichert ist, auch Wasser von gewöhnlicher Temperatur angewendet werden kann, wenn diese Arbeit nicht verzögert wird. Um dieselbe deshalb unabhängig von den anderen folgenden Arbeiten und ohne Verzögern vornehmen zu können, ist in vielen Fabriken die Anwendung besonderer Waschmaschinen gebräuchlich, welche sich immer mehr und mehr einbürgern.

Bei der Konstruktion dieser Waschmaschinen ist in erster Linie zu berücksichtigen, daß in denselben die Hadern nur einer sanften, schonenden Behandlung ausgesetzt werden dürfen um wo möglich jeden Faserverlust zu vermeiden, daß sie andererseits aber ununterbrochen mit Wasser so zu behandeln sind, daß dieses eine abspülende und abwaschende Wirkung ausübt. Man erreicht beides am zweckmäßigsten durch ein Fortschieben der Hadern in Wasser, das thunlichst oft erneuert, am besten der Fortschiebungsrichtung der Hadern entgegen, stetig durch die Masse strömt. Die Bewegung der Hadern besteht dann in einem langsamen und nicht stoßartigen Untertauchen, Aufschwimmen und Fortschieben und zwar, damit der Weg, den dieselben hierbei zurücklegen, beliebig lang werden kann, in einem Gefäße, das durch eine in der Mitte angebrachte, nicht bis an die Wände reichende Scheidewand in einen endlosen Kanal verwandelt ist, in welchem die Hadern kreisen, um immer von Neuem zu dem Tauchapparate zu gelangen. Der letztere kann verschiedene Formen haben, besteht aber in der Regel in drehenden Schaufeln, selten in Trommeln und wohl nur ausnahmsweise in Rechen (wie bei den bekannten Leviathan genannten Wollwaschmaschinen, Pap.-Ztg. 1884, S. 1852). — Wenn das Waschwasser stetig zuläuft, ist natürlich auch für ein ununterbrochenes Ablaufen Sorge zu tragen und zwar in der Weise, daß das Wasser keine Fasern, dahingegen außer den gelösten Substanzen die feinen Schmutztheile mitnimmt. Dies kann nur durch Siebe von entsprechender Feinheit stattfinden, weshalb Siebvorrichtungen den zweiten wichtigen Bestandtheil solcher Waschapparate (Waschmaschinen, cylindre laveur, *washing engine*) bilden. Bezüglich der Siebe ist zu bemerken, daß hier erfahrungsgemäß zum Theil Messingdrahtgewebe angewendet werden, welche aus Draht von etwa 1 mm Dicke bestehen, wovon 2 bis 3 auf 1 cm liegen, zum Theil gelochte Kupferbleche mit länglichen Löchern. Bei diesen Durchgangsöffnungen würde das Wasser doch nur sehr langsam abfließen, wenn die Siebflächen nicht sehr groß wären, und ein Verstopfen der letzteren bald eintreten, wenn man nicht für unausgesetztes

Freimachen der Maschen Sorge trüge, und endlich würde die Hadernmasse ins Stocken oder wohl gar ganz außer Bewegung gerathen, wenn die Siebe sich den Hadern in den Weg stellten. Wenn nun ferner noch in Betracht gezogen wird, daß die losgelösten Substanzen entweder im Wasser treiben oder sich wegen ihrer Schwere zu Boden setzen, also an zwei Stellen fortgeschafft werden müssen, so sind damit die Grundlagen für die Anfertigung und Anlage der Siebe gegeben.

Das Grundsieb, welches zum Durchlassen des Wassers mit Sand 2c. dienen soll, erhält seine Lage am Boden des Bottichs und muß, weil sich der ganze Inhalt des letzteren über dasselbe hinweg zu bewegen hat, von bedeutender Widerstandsfähigkeit sein. Es ist daher bedenklich dasselbe aus Drahtgewebe herzustellen, vielmehr rathsam gelochtes Blech mit Löchern von 130×30 mm anzuwenden. Ein Verstopfen der Sieblöcher tritt hier nicht in nennenswerther Weise und erst nach längerem Gebrauche ein, weil das Fasernmaterial sich in dem Wasser schwimmend erhält und nicht zu Boden sinkt. Auch bietet dasselbe wegen seiner der Hadernbewegungsrichtung mehr parallelen Lage der Masse kein Hinderniß beim Kreisen.

Das oben anzubringende Sieb kann natürlich eine horizontale Lage nicht haben, sondern muß seine Fläche der zuströmenden Masse zukehren ohne deren Bewegung zu beeinträchtigen. Aus dem Grunde ist eine vertikale, rechtwinkelig oder schief gegen den Strom gerichtete Aufstellung ebenfalls ausgeschlossen, weil die erstere die ganze Masse zwar auffängt, aber gar nicht vorbei läßt, und weil die zweite nur einen Theil auffangen und vom Wasser trennen kann. Die einzig wirksame Lage ist also diejenige, bei welcher das Sieb die ganze Breite des Kanales hat und rechtwinkelig gegen den Strom, aber nicht vertikal, sondern gegen denselben geneigt angebracht ist, so daß die Masse gegen dasselbe tritt und durch die Neigung gezwungen wird, unter demselben durchzuströmen. Eine hinter dem Siebe angebrachte Rinne dient zum Abführen des durchgeseihten Wassers. Ein solches Sieb müßte natürlich sehr oft entfernt und gereinigt werden, weil es nicht ausbleiben kann, daß sich die Oeffnungen bald verstopfen: deshalb ist dasselbe in dieser einfachen Form für den vorliegenden Zweck unbrauchbar und erst brauchbar geworden, als man das Auswechseln dadurch überflüssig machte beziehungsweise ersetzte, daß man sechs oder acht Siebe an einander fügte und so ein sechs- oder achtseitiges, an den beiden Enden geschlossenes Hohlprisma bildete, welches von oben in die Masse gehängt, sich um seine horizontale Achse dreht und so nach und nach die Siebe zur Wirkung bringt. Indem die Siebe sich, natürlich ebenfalls in schräger Lage, aus dem Wasser herausheben, werden sie zugleich vollständig abgewaschen und stets mit offenen Maschen der Masse von Neuem dargeboten.

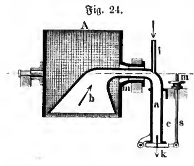
Aus dem übrigens noch vielfach angewendeten Prisma entstand dann nachher ein zylindrisches Sieb, das seiner Bestimmung und Form wegen nun den Namen Waschtrommel, tambour-laveur, *cylinder-washer*, führt. — Da die Wirkung des Siebes von der Fläche abhängt, welche der Hadernmasse dargeboten wird, so ist die Waschtrommel möglichst groß und ferner so anzuordnen, daß sie in die Masse eintaucht und je nach Bedürfniß tiefer oder weniger tief. Es ist daher zweckmäßig ihre Achse in Lagern laufen zu lassen, welche vertikal verstellbar sind. Damit die Waschtrommel dem eintretenden Wasser

immer freie Flächen darbietet, muß sie sich drehen und zwar, damit dieser Wechsel ohne große Drehgeschwindigkeit erfolgt, in derselben Richtung wie die Masse.

Das Wasser, welches durch die Sieböffnungen in das Trommelinnere tritt, darf selbstverständlich nicht wieder in den Bottich zurückfließen, sondern muß aufgefangen und seitwärts abgeführt werden. Hierzu können verschiedene Einrichtungen in Anwendung kommen, die übrigens sämmtlich darauf hinausgehen, das Wasser durch einen hohlen Zapfen der Trommel fortzuleiten. Die gebräuchlichsten bestehen in der Anwendung eines Hebers (Heberwascher) oder in der Anbringung von Schöpfschaufeln nach Art der Schöpfräder (Schöpfwascher).

Beim Heberwascher, Fig. 24, reicht ein Heber *a* durch den hohlen Zapfen *m* mit einem schmalen trompetenartigen Mundstück *b* in den unteren Theil der Waschtrommel *A* in das fortzuschaffende Wasser und mit dem Ende *c* genügend abwärts, also unter den Boden des Bottichs, um eine entsprechende Saugkraft zu bekommen. Diese Waschtrommel zeichnet sich durch große Einfachheit aus und hat den Vortheil, daß das in derselben befindliche Wasser bei der Drehung

Fig. 24.



nicht mit gehoben zu werden braucht, in Folge dessen sie so leicht geht, daß sie in vielen Fällen einer besonderen Antriebsvorrichtung nicht bedarf, sondern vom Strome mitgenommen wird. Ein Nachtheil derselben liegt in der Natur des Hebers insofern, als das Ablaufen des Wassers sofort aufhört, wenn durch die Trompete *b* Luft eintritt, z. B. dann, wenn sich die Hadern so dicht an das Sieb legen, daß die Löcher verstopft werden. Nur durch sofortiges Füllen des Hebers mit Wasser läßt sich dann ein Ueberlaufen des Bottichs vermeiden; aus diesem Grunde bedarf dieser Apparat eines Füllrohres *i* mit Verschluß durch eine Schließklappe *k*, welche durch die Schraube *s* mit der Mutter *m* geschlossen und geöffnet wird, sowie einer unausgesetzten Beaufsichtigung oder künstlicher Kontrollvorrichtungen, welche wieder den Vortheil der Einfachheit aufheben.

Die Waschtrommeln mit Schaufeln zum Schöpfen und Ausgießen des Wassers unterscheiden sich unter einander nicht wesentlich, nämlich nur in der Form der Schaufeln, die entweder gebogen (bei Verwendung von Blech) oder gebrochen (bei hölzernen) ist und durch die Art des Wasserabflusses, je nachdem das Wasser nämlich aufgefangen wird von einer an der Trommelwelle hängenden halbzylindrischen Rinne oder über einen stumpfen Kegel hinweg läuft. Da die Konstruktion der letzteren Art ausschließlich aus festen Theilen besteht und die Herstellung des Trommelkörpers mit der Ablaufvorrichtung aus einem Stücke durch Gießen aus Gußeisen ermöglicht, so findet man sie besonders häufig angewendet, da sie sich auch in der Wirkung vollständig bewährt hat.

Man erkennt ihre Einrichtung und Anbringung in Fig. 25 u. 26, S. 86 und 87. Die zylindrische Trommel *C* ist zunächst durch die fünf Schaufeln *yy* in fünf Fächer getheilt, die nach und nach in die Masse eintauchen und sich mit

Wasser füllen. In der Mitte der Trommel sitzt ein Kegel P, welcher einerseits mit der Trommelstirnwand Q, andererseits bei x mit der Trommelwelle T fest verbunden ist und als Träger der Schaufeln y dient. Bei der Drehbewegung der Welle T läuft das Wasser beständig der Spitze des Kegels zu und durch das an der zweiten Stirnwand sitzende Stutzrohr R aus. — Ihre Bewegung erhält diese Trommel durch ein Zahnrad, das auf der Welle T sitzt.

Die Schöpfwascher besitzen dem Heberwascher gegenüber zwar nicht den Vortheil der Einfachheit; da sie das Wasser eine bedeutende Höhe mit hinaufnehmen, so ist auch ein besonderer Antrieb durchaus nothwendig, wenn sie sicher funktioniren sollen. Nichts desto weniger werden sie dem Heberwascher vorzuziehen sein, weil sie keinerlei Aufsicht erforderlich machen und einmal in Gang gesetzt, unausgesetzt und sehr kräftig wirken. — Da für die Dauerhaftigkeit des Siebüberzuges die Unterstützung desselben von großem Belange ist, so verdient die Methode von Wandel in Reutlingen, welche als Unterlage Spiralen aus starkem Drahte verwendet, allgemeine Anwendung.

Als Typus einer Hadernwaschmaschine kann die in Fig. 25 u. 26 in $^1/_{70}$ n. Gr. dargestellte, von Voith in Heidenheim ausgeführte, um so mehr gelten, als sie nach den jüngsten Erfahrungen gebaut und mit bewährten Einrichtungen versehen ist. Der aus zwei Theilen zusammengesetzte gußeiserne Bottich A bildet einen in sich zurückkehrenden Kanal von etwa 12 m Länge und 1,4 m Breite, in dem sich zwei gleiche Waschsysteme befinden. Zu jedem Systeme gehört ein Schaufelrad B und eine Waschtrommel C. Die Schaufelräder B bestehen aus einer hohlen gußeisernen Walze mit 14 Schaufeln DD, sind auf starken Wellen E befestigt und erhalten ihre Umdrehung in der Richtung des Pfeiles direkt von einem Riemenvorgelege durch die Riemenscheibe a. Ihre Geschwindigkeit ist so bemessen, daß die Hadern, von den Schaufeln gefaßt, nicht gewaltsam geschlagen, sondern nur geschoben werden, was bei der äußeren Peripheriegeschwindigkeit von etwa 3,75 m pro Sekunde noch der Fall ist. Um bei dem Erfassen der Hadern sicher zu sein, daß sich nicht etwa einzelne Partien der Wirkung entziehen, indem sie sich zu Boden setzen oder zu früh von den Schaufeln entfernen, ist es angerathen, die durch Schaufeln gewissermaßen abgemessenen Hadernportionen zu zwingen, erst bei einer bestimmten Stelle das Rührwerk zu verlassen. Um dies zu erreichen, umgiebt man das Schaufelrad mit einer konzentrischen Rinne FG, längs welcher die Masse durch die Schaufeln bis zum Punkte G mitgenommen und gehoben wird, um hier dann möglichst schnell das Rad zu verlassen und an der steilen Fläche GH herunter zu fallen. Zur Unterstützung dieses Vorganges sind auch die Schaufeln D nicht radial, sondern geneigt gegen den Radius angeordnet. Die konzentrische Rinne FG mit der Abfallfläche GH bildet den Kropf, Sattel oder Berg (gorge, ressaut, *backfall*).

Da die Hadern allein durch das Schaufelrad ihre Bewegung (Zug) längs des Kanales erhalten (Ziehen), so ist es erforderlich alle Bewegungsstörungen zu verhindern, also in erster Linie Hemmungen durch plötzliche Veränderungen der Bewegungsrichtungen zu vermeiden. Aus diesem Grunde ist die Form des Bottichs an beiden Enden abgerundet und das Ansteigen auf den Berg durch eine sanft geneigte Fläche JF eingeleitet.

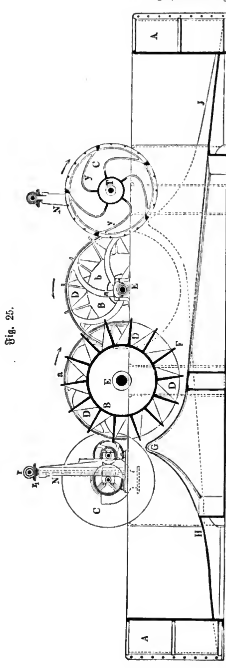


Fig. 25.

Dem oben erwähnten Prinzipe: zum Zwecke des schnellen und gründlichen Waschens möglichst große Siebflächen anzubringen, ist hier besonders Rechnung getragen, indem nicht nur, wie die Zeichnung erkennen läßt, der ganze Kropf *FGH* und der Vorboden *JF* fast ganz aus gelochtem Bleche gebildet ist, sondern auch die Waschtrommeln sehr groß gewählt sind. Die Fläche jedes der beiden Grundsiebe beträgt rund etwa 6 qm, also die Gesammtgrundsiebfläche 12 qm. Die Waschtrommeln haben etwa 1 m Durchmesser und 58 cm Länge, also jede etwa 1,8 qm Siebfläche, wovon vielleicht durchschnittlich $1/3$ also 0,6 qm eintaucht. Die ganze zur Wirkung kommende Siebfläche hat daher die bedeutende Ausdehnung von mehr als 13 qm.

Die Waschtrommeln *C*, welche bereits oben genau beschrieben sind, erhalten eine selbstständige Bewegung von den Riemenscheiben *bc* aus durch das Rädervorgelege *v*. Das von den Schaufeln geschöpfte Wasser läuft dann über den Kegel *P* und durch das Stutzrohr *R* in den Abfallkanal *K* ab. Um die Troumeln je nach Bedürfniß mehr oder weniger eintauchen zu lassen, sind ihre Lager *LL* vertikal verstellbar, indem sie an den Ständern *NN* geführt und von Schrauben getragen werden, die gemeinschaftlich von Handrädern *h* und den Kegelrädern rr_1 in Umdrehung versetzt, je nach der Drehrichtung die Lager heben oder senken. — An jeder

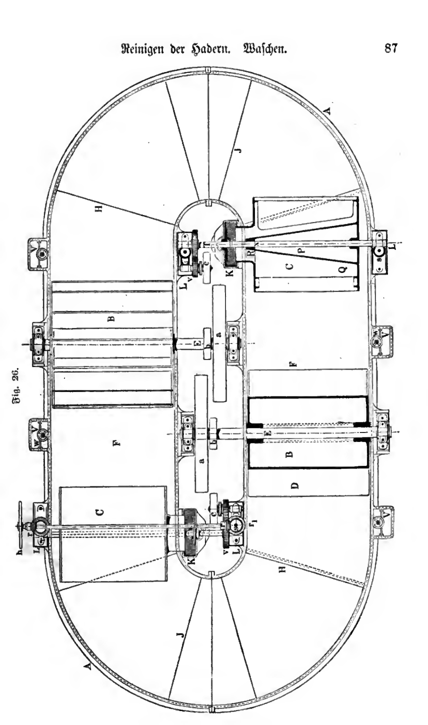


Fig. 26.

Seite sind zwei Ausgußkasten V angebracht, welche verstellbare Zwischenwände besitzen, über welche das Wasser hinweg- und abfließt und außerdem am Boden zum Ablassen des Sandes je mit einem Schieber versehen, der mittelst einer Schraubenspindel und dem Handrade w gestellt wird.

In dieser auch Waschholländer genannten Maschine gelangen 700 kg dieser Hadern auf einmal in Arbeit. Die Schaufelräder drehen sich mit etwa 50 Touren in der Minute, während die Waschtrommeln 25 Umdrehungen machen. Dann beträgt der Kraftverbrauch sechs bis sieben Pferdestärken.

Für kleinere Betriebe genügt es, diese Waschmaschinen mit einem Waschsysteme einzurichten, wobei gewöhnlich das Schaufelrad auf die eine, die Waschtrommel auf die andere Seite der Zwischenwand zu liegen kommt.

Verlust.

Die große Verschiedenartigkeit der Hadern und die dadurch bedingte Behandlung macht es unmöglich, den durch das Stäuben, Kochen und Waschen entstandenen Verlust an Gewicht der Hadern bestimmt und genau zu beziffern; man kann vielmehr wohl annehmen, daß solche Verlusttabellen in jeder Fabrik anders ausfallen. Nach Angabe von Dahlheim (Taschenbuch für Papierfabrikanten 1875), können aber im Allgemeinen folgende Durchschnittszahlen für den Verlust der einzelnen Hadernnummern (Skala II. S. 32) gelten:

Hadernsorte	Verlust in Proz.	Hadernsorte	Verlust in Proz.
Nr. 1	12	Nr. 15	22
„ 2	12	„ 16	24
„ 3	14	„ 17	18
„ 4	17	„ 18	27
„ 5	18	„ 19	12
„ 6	21	„ 20	14
„ 7	26	„ 21	16
„ 8	29	„ 22	15
„ 9	31	„ 23	18
„ 10	36	„ 24	21
„ 11	40	„ 25	17
„ 12	36	„ 28	56
„ 13	35	„ 29	60
„ 14	48	„ 30	40

III. Zerkleinern der Hadern.

(Bildung von Halbstoff und Ganzstoff.)

Es ist schon oben ausführlich erörtert, daß nur dann eine vollständige Reinigung der Hadern erreicht werden kann, wenn die Mittel, welche zum Zwecke der Entfernung von Schmutz, Farbe ꝛc. in Anwendung kommen, mit ihrer Einwirkung ins Innerste der Hadern vorzudringen vermögen. Da nun die Hadern Gewebestücke sind, in welchen die Gespinnste auf dem Webstuhle scharf an einander geschlagen wurden und da die Gespinnste einem festen Zusammendrehen von Fasern ja selbst Zusammenzwirnen von gesponnenen Fäden ihren Zusammenhang und ihre Festigkeit verdanken, so ist leicht erklärlich, warum weder die mechanische Reinigung durch Drescher, Stäuber ꝛc. noch das Kochen, selbst mit einem darauf folgenden Waschen, im Stande ist, die Hadern genügend rein zu schaffen; daß vielmehr der vollständig zum Ziele führende Reinigungsprozeß durch eine Zertheilung der Gewebe vorbereitet werden muß. Ohne Frage würde der Erfolg des Kochens noch ein sehr viel bedeutender werden, wenn man dem Kochprozeß eine größere Zerkleinerung der Hadern vorangehen ließe, allein hiermit wäre zugleich bei dieser auch mechanisch stark mitwirkenden Operation ein so unverhältnißmäßig großer Abgang an Faserstoff verbunden, daß ein solches Verfahren durchaus unthunlich ist. Wenn man hierbei nun übrigens zugleich berücksichtigt, daß doch der Hauptschmutz auf der Oberfläche der Gewebe sitzt und von den Gespinnsten eingeschlossen gehalten wird, am wenigsten aber zwischen den einzelnen die Gespinnste bildenden Fasern sich aufhält, so folgt daraus, daß man zweckmäßig die scharf angreifende Prozedur der Kochoperation auch auf die Entfernung des Hauptschmutzes beschränkt und zur Beseitigung der im Inneren sitzenden Verunreinigungen gelindere Mittel in Verbindung mit weit gehender Zerkleinerung in Thätigkeit setzt. Für diese Abstufung des Reinigungsprozesses spricht auch ganz besonders der Umstand, daß der größte Theil der Fasern der allgemein gewünschten vollständig weißen Farbe entbehrt, indem sie entweder von Natur aus oder von dem künstlichen Färben her mit Farbstoffen imprägnirt sind, welche durch Kochen nur mit einem sehr großen Aufwande an Zeit, Lauge, Dampf und bedeutendem Faserverlust beseitigt werden können, während ihre Entfernung, d. h. die Hervorbringung einer rein weißen Farbe, nach der Zerkleinerung mit farbenzerstörenden Mitteln (Bleichmitteln) gar keine Schwierigkeiten mehr darbietet.

Für beide Zwecke ist aber, wie aus dem Gesagten hervorgeht, eine Auflösung der Gewebe in ihre Urbestandtheile erforderlich und ausreichend, weshalb hier auch zunächst nur solche Mittel in Betracht kommen können, die geeignet sind, die Gewebe in Fasern aufzulösen also zu zerfasern, indem man mit den Hadern einen Prozeß durchführt, welcher demjenigen der Gewebeerzeugung genau entgegengesetzt ist und in einem Zerlegen der Gewebe in Fäden und der letzteren in Fasern besteht.

Hiermit ist zugleich die Grenze bezeichnet, bis zu welcher die Zerkleinerung zum Zwecke der Bleichung und Reinigung zu gehen hat, und die Beschaffenheit ausgesprochen, welche den Hadern hierzu eigenthümlich sein muß. Faßt man diese Beschaffenheit näher ins Auge, so folgt daraus Zweierlei.

Erstens leuchtet ein, daß durch ein Zerfasern auch dann vollständig gleiche Massen erhalten werden können, wenn die Hadern in Feinheit weit von einander abstehen, da es ja z. B. gleichgültig ist, ob eine isolirte Baumwoll- oder Leinenfaser aus einem groben oder einem feinen Stoffe gewonnen ist; der Unterschied liegt allein in dem Grade der Arbeit, welche in dem einen und in dem anderen Falle die Gewinnung der Faser nöthig macht. Man ist daher mit Hülfe dieser Zerfaserung in hervorragender Weise im Stande, eine Ausgleichung zwischen den verschiedenen Hadernsorten herbeizuführen, indem man sie auf gleiche Feinheitsstufen und somit auf einen gleichen Werth bringt.

Zweitens geschieht mit dieser Zerfaserung ein großer Schritt zu jener Zerkleinerung, welche die Fasern allein zur Verfilzung also Papierbildung geeignet macht.

Da man nun von altersher in der Papierfabrikation die Masse, welche durch Auflösung der Gewebe in Fasern erhalten wird, mit dem Namen Stoff (Zeug, Papierstoff, Papierzeug, pâte, *stuff*) belegt und nach zwei Feinheitsstufen unterschieden hat, welche man ganz folgerichtig als halb- und ganzfertiges Material auffaßte und demgemäß auch Halbstoff (Halbzeug, pâte effilochée, demi-pâte, *half-stuff*) sowie Ganzstoff (Ganzzeug, pâte raffinée, pulpe, *pulp*) nannte, so handelt es sich zuerst nun um die Herstellung des Halbstoffs.

A. Gewinnung des Halbstoffs.

Wenn demnach bei der Erzeugung von Halbstoff in erster Linie der Zweck vorliegt, den reinigenden und bleichenden Mitteln den Angriff zu eröffnen und zu erleichtern, so wird dieser Zweck erst vollständig dadurch erreicht, daß mit der allmählich fortschreitenden Zerfaserung eine ununterbrochene Einwirkung der reinigenden Mittel Hand in Hand geht, um die Fasern durch Isolirung für die Bleichung so vorzubereiten, daß diese schnell und leicht von Statten gehen kann. Weil nun aber durch das Kochen der Hadern die fettigen und harzigen Theile verseift und die mechanisch anhaftenden abgelöst sind (s. S. 81), so daß sie sich durch Abspülen mit Wasser entfernen lassen, so genügt zur vollständigen Reinigung die Anwendung von Wasser, weshalb der Zerfaserungsprozeß von einem stetigen Waschprozeß begleitet wird.

Ein erfolgreiches Zerfasern ist allein dadurch auszuführen, daß die Hadern einer auszupfenden Behandlung unterworfen werden und zwar durch gegenseitiges Verschieben, da es hier Grundsatz sein muß, alles Zerschneiden der Fasern auf das Sorgfältigste zu vermeiden und daher alle schneidenden Werkzeuge und Maschinen auszuschließen, weil

ein Abschneiden den Fasern stumpfe Enden giebt, welche der Verfilzung hinderlich sind, und einen sehr großen Faserverlust herbeiführt.

Die Zerfaserung (défilage) kann nun entweder durch ein wirkliches Auszupfen oder dadurch vorgenommen werden, daß man die Hadern einer schiebenden, quetschenden Einwirkung unterwirft, welche zunächst die Spinnfäden aus einander drängt und isolirt, sowie dann in Fasern auflöst.

1. Reißwolf.

Die zum Zwecke des Auszupfens in Betracht kommenden Mittel beruhen offenbar auf denselben Grundsätzen, welche für jene Anordnungen gelten, mit welchen in Spinnereien die zusammengeballten klumpigen Fasernmassen geöffnet werden, um die Fasern in eine zum Verspinnen geeignete freie und ungezwungene Lage zu bringen, und deren Wesen in hakenartigen Spitzen besteht, die in das dargebotene und festgehaltene Material eingreifen und von demselben ununterbrochen kleine Partien herunter reißen und zerren. Da die hierher gehörende Maschine, welche den Namen Reißwolf führt, in neuerer Zeit thatsächlich auch viel Verwendung findet zur Gewinnung der sogenannten Lumpenwolle aus wollenen Lumpen, so liegt der Gedanke nahe, sie auch für die Zerfaserung der Hadern in der Papierfabrikation zu benutzen. Wenn dennoch das Prinzip des Zerreißens mit hakenartigen Werkzeugen nur sehr vereinzelt Anwendung gefunden hat, so ist das wohl zunächst durch den hierbei auftretenden großen Faserverlust begründet, da alle Reißwölfe für die in Rede stehende Operation trocken arbeiten und eine Menge kurze Fasern als Staub in Verlust bringen. — In welcher Weise solche Reißwölfe ausgeführt werden können, läßt die in Dingl. pol. J. 253, 22, näher beschriebene Ausführung von Oppenheim und Philippi (D. R.-P. Nr. 25043) erkennen. Das zerreißende Werkzeug besteht aus einer Walze, deren Oberfläche mit sehr nahe zusammenstehenden Zähnen besetzt ist, die schief über die Fläche laufen, so als wenn eine große Zahl Kreissägen auf einer Achse zusammengeschoben wären. Die zu zerfasernden Hadern werden zuerst um eine Welle herum zwischen zwei runden eisernen Scheiben zu einem festen zylindrischen Körper zusammengepreßt, der genau die Länge der Zerreißwalze besitzt, und dann in diesem Zustande an die letztere so herangeschoben, daß beide Zylinder sich berühren. Indem sie nun gleichzeitig in entgegengesetzter Richtung in Drehung versetzt werden, während zugleich der Hadernzylinder ununterbrochen vorrückt, erfolgt ein sehr kräftiges Zerfasern.

2. Stampfgeschirr.

Wenn man Gewebe aus Leinen oder Baumwolle in nassem und somit erweichtem Zustande einem kräftigen Druck oder Schlag zwischen festen Flächen aussetzt, z. B. durch Schlagen mit Hämmern oder Keulen, so macht man die Wahrnehmung, daß sich dasselbe erst abglättet, dann nach allen Richtungen aus

einander geht, gewissermaßen fließt und darauf einen Webfaden nach dem anderen abstößt, d. h. sich selbst auflöst und zwar zugleich in Verbindung mit einem Aufdrehen und Zerlegen dieser Fäden in die ursprünglichen Fasern ohne ein Zerreißen der letzteren. Da diese Wahrnehmung sowohl bei den feinsten Geweben als den gröbsten Tauen, Stricken u. s. w. gemacht werden kann, da sich thatsächlich alle diese Faserkomplexe gleich verhalten und da der bezeichnete Vorgang so verläuft, wie es einer vortheilhaften Zerfaserung der Gewebe entspricht, so bildet derselbe den Grundgedanken, nach welchem eine wirkungsvolle Gattung von Zerfaserungsvorrichtungen entstanden und ausgebildet ist.

Am unmittelbarsten hat dieser Gedanke seine Verwirklichung gefunden in dem früher ganz allgemein gebrauchten, nach und nach aber seiner ungenügenden quantitativen Leistung wegen aufgegebenen Stampfwerk (Stampfgeschirr, Hammergeschirr, Hammerstock, Deutsches Geschirr, pile, moulin à maillets, *stamp mill*). Dieses Stampfwerk wurde in zwei Arten zur Ausführung gebracht, je nachdem dabei nämlich wirkliche, an Stielen befestigte, große wie Schwanzhämmer schwingende, hölzerne Hämmer oder prismatische, vertikal herunterfallende Stampfen zur Wirkung gelangten. Zur Aufnahme der Hadern dient bei beiden Arten der sogenannte Löcherbaum oder Grubenstock, ein viereckiger, etwa 800 mm Seite haltender Eichenstamm, der, horizontal liegend, auf der nach oben gekehrten Seite eine Anzahl länglich runder Vertiefungen (Löcher, pile, *stamp-hole*) von etwa 1,2 m Länge, 600 mm Breite und 500 mm Tiefe besitzt, welche sich nach unten auf 900 × 250 mm verengen und hier mit einer starken Eisenplatte belegt sind. In jedem dieser Löcher bearbeiten nun 3 bis 4 Hämmer oder Stampfen (maillets, pilons, *hammers*, *stampers*) die mit Wasser nach und nach eingetragenen Hadern, indem sie von Däumlingen einer Hebewelle gehoben etwa 75 mal in der Minute aus einer Höhe von 120 bis 150 mm der Reihe nach so lange herunterfallen, bis die gehörige Zerfaserung eingetreten ist, wozu 8 bis 12 Stunden erforderlich sind. Indem bei diesem Vorgange die Masse wegen ihrer dünnbreiigen Beschaffenheit nicht nur ununterbrochen unter die Stampfen fließt, sondern durch Ab- und Zulaufen von Wasser aufs Gründlichste gewaschen wird, erhält man zwar ein vorzügliches Resultat, d. h. eine reine, gleichmäßige Fasermasse, allein mit einem zu großen Aufwande an Betriebskraft, indem ein Geschirr mit vier Löchern, in welchen 16 Hämmer arbeiten, mit einem Aufwande von $3^1/_2$ bis 4 Pferdestärken, stündlich nur 4 kg Hadern zu verarbeiten im Stande ist. Diese geringe Leistungsfähigkeit ist hauptsächlich dem Umstande zuzuschreiben, daß die Masse sich in den Löchern nicht genügend bewegt. In Anbetracht der anerkannt vortrefflichen Wirkungsweise des Stampfgeschirres hat man indeß in neuester Zeit die Leistungsfähigkeit desselben dadurch zu erhöhen verstanden, daß man statt mehrerer einzelner Löcher eine einzige lange in sich zurückkehrende Rinne und die Stampfen so angeordnet hat, daß die Stoffmasse fortwährend in dieser Rinne kreist (Zirkularstampfwerk). Eine solche von Henseling in Delligsen herrührende Konstruktion (Dingl. pol. J. 253, 22) des deutschen Geschirres ist in Fig. 27 u. 28 (S. 93) vor Augen geführt. In dem Troge *AA*, welcher einen in sich zurücklaufenden Kanal bildet, arbeiten zwei Reihen von Stampfen *BB*, welche auf bekannte

Fig. 27.

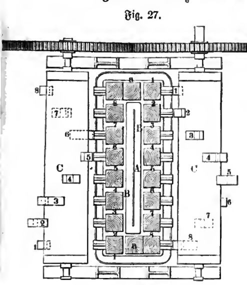
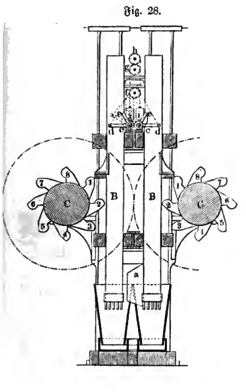


Fig. 28.



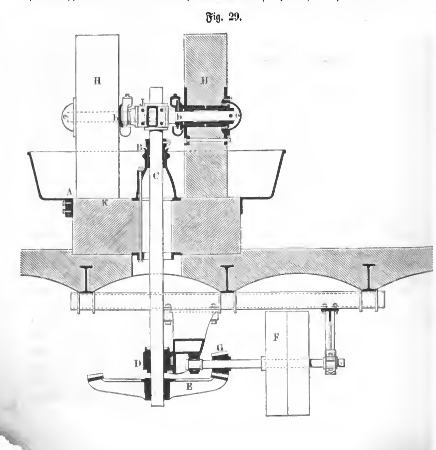
Weise durch Daumen 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 der Daumenwellen *C* gehoben werden, um der Reihe nach auf die im Troge befindlichen Hadern zu fallen und diese zugleich zum Kreisen zu bringen. Zu diesem Zwecke hat je eine der beiden Endstampfen 1 und 8 einen schrägen Ansatz *a*, welcher den Stoff von der einen Stampfenreihe der anderen zuschiebt, wodurch insbesondere der Stoffanhäufung an einer Stelle vorgebeugt sein soll. Um beim Entleeren des Troges die Stampfen in gehobener Stellung zu erhalten, sind auf den festliegenden Achsen *c c* Winkelhebel *d e* angebracht, welche mit den Armen *e* in entsprechende Einkerbungen der Stampfen eintreten können. An den Armen *d* hängen ferner Schnüre, welche über die Rollen *f* gehen und bei *i* Gewichte aufnehmen. Diese Gewichte hängen gleichzeitig an Schnüren, welche an den Walzen *h* beziehungsweise *g* befestigt sind und suchen deshalb, wenn die letzteren Schnüre schlaff sind, die Hebelarme *d* zu heben und *e* von den Stampfen fern zu halten. Werden durch Drehen den Walzen *g* und *h* die Schnüre aufgewickelt und die Gewichte *i* gehoben, so fallen die Arme *d* durch ihr Eigengewicht hinunter

und bringen die Arme e zum Einschnappen in die Einkerbungen der Stampfen, die dadurch in gehobener Stellung bleiben.

3. Kollermühle.

Wenn man den Vorgang in den Stampfwerken näher betrachtet, findet man, insbesondere in dem Falle wo die untere Fläche der Stampfen abgerundet ist, die Wirkung aus zwei Theilen zusammengesetzt, indem zunächst durch den Schlag die Fäden und Fasern zum Platzen und außerdem durch die dabei auftretende seitliche Verschiebung zum Auseinandergehen gebracht werden. In diesem Vorgange liegt deshalb auch die Ursache der anerkannt vorzüglichen qualitativen Leistung, welcher die geringere quantitative Leistung hauptsächlich darum gegenübersteht, weil jede Stoßarbeit an und für sich eine unvollkommene Ausnutzung mechanischer Kräfte ist, und weil das mit Wasser angemengte Hadernmaterial sich in so flüssigem Zustande befindet, daß es sich der Wirkung zum größten Theile entzieht, und nur zum kleinsten Theile, im Augenblicke des Stoßes, an der Stoßstelle aufhält. — Man wird daher im Stande sein, auch in quantitativer Be-

Fig. 29.



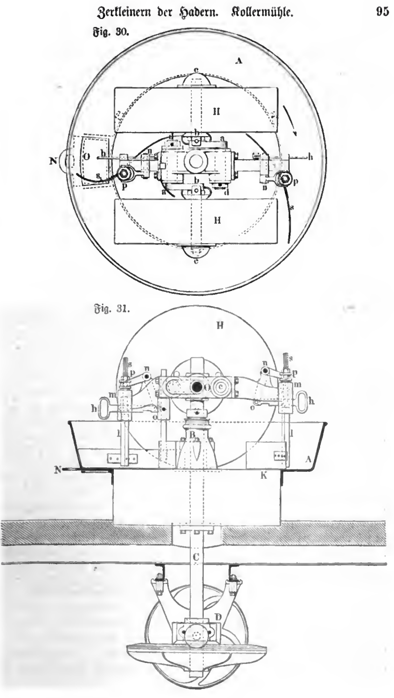


Fig. 30.

Fig. 31.

ziehung die Leistung zu steigern, wenn man statt des Stoßes einen Druck und statt kleiner große Arbeitsflächen anwendet.

In sehr einfacher Weise läßt sich dies dadurch erreichen, daß man über die Hadern schwere Massen hinwegbewegt, indem man zylindrische Körper in horizontalen Bahnen um eine vertikale Achse kreisen und so über das in diesen Bahnen befindliche Material fortwälzen oder rollen läßt. Der hierzu dienende Mechanismus, welcher unter dem Namen Kollergang (Kollermühle, Mühle mit vertikalen Steinen) in anderen Fabrikationszweigen vielfach zum Zermalmen von Körpern (Gips, Knochen 2c.) in Anwendung steht, findet in der Papierfabrikation zum Zerfasern der Hadern keine Verwendung, dahingegen wohl zum Zerkleinern anderer Materialien (Holz, Papier, Stroh u. s. w.). Trotzdem mag der Vollständigkeit halber und weil seine Brauchbarkeit für vorliegenden Zweck sich vielleicht bald bestätigt, hier die Beschreibung eines für Papierfabriken eigens konstruirten Kollerganges mit Hülse der Fig. 29, 30 und 31 (a. S. 94 u. 95) eingeschaltet werden.

In der Mitte des gußeisernen Tellers A, der am Boden 2,1 m, am oberen Rande 2,3 m Durchmesser und eine Höhe von 0,4 m besitzt, erhebt sich ein Lagerstuhl B zur Aufnahme der vertikalen Welle C, welche bei D nochmals gelagert und zum Antrieb mit einem Kegelrade E versehen ist, in welches das von der Riemenscheibe F in Bewegung gesetzte Kegelrad G eingreift. Auf dem steinernen Boden K des Tellers A rollen die zwei Steine HH, indem sie sich wie Wagenräder um horizontale Achsen bc drehen, welche ihrerseits mit der Büchse J verbunden sind, die als Mitnehmer wirkt, weil sie fest auf der Welle C sitzt. Bei dem Rollen der Steine über das im Teller befindliche Material ist es wegen der verschiedenen Anhäufung des letzteren nothwendig, daß dieselben sich mehr oder weniger heben und daher mit der Büchse J nicht fest, sondern nachgiebig verbunden sind und zwar am richtigsten in der Weise, daß sie sich nicht nur unabhängig von einander, sondern auch stets parallel mit dem Bodenstein B einstellen. Früher wurde dieses gewöhnlich durch Schlitze im Lager der Läufer, schwingende Rahmen und dergleichen zur Ausführung gebracht. Wie aus Fig. 30 erkennbar, erreicht man bei vorliegender Konstruktion den Zweck in ebenso einfacher als sinnreicher Weise dadurch, daß man in die Büchse J für jeden Läufer eine Kurbel ab anbringt, welche einerseits den langen Läuferzapfen bc und dann den in der Büchse J drehbaren langen Zapfen ad aufnimmt. Indem die Läufer HH von der Welle C vermittelst dieser Kurbelzapfen nachgeschleppt werden, können sie sich unabhängig von einander in sehr bedeutendem Maße vertikal bewegen. — Für die gute Wirkung eines Kollerganges ist es nothwendig, daß das Material fortwährend unter die Läufer gebracht wird. Hierzu dient eine sogenannte Streichschiene s, welche mit der Büchse J verbunden, auf dem Boden des Tellers herstreicht und den Inhalt des letzteren stets nach innen in das Bereich der Läufer schiebt (daher Sammler, ramasseur genannt). Zum Ablassen des bearbeiteten Materials ist bei O, in dem Teller A, eine mit einem Schieber N verschließbare Oeffnung angebracht, welcher durch die zweite, ganz anders geformte Streichschiene s_1 (Auswerfer, rejetteur) dasselbe zugeschoben wird. Da beide Schienen abwechselnd thätig sind, muß man sie im richtigen Augenblick in und außer Be-

trieb setzen können. Dies wird nun dadurch leicht möglich gemacht, daß man sie an vertikale Stangen *l l* hängt, welche durch die Büchsen *m* gehen und vermittelst der Winkelhebel *o n p*, sowie des Handgriffs *h*, gehoben und gesenkt werden. — Zur genauen Einstellung der Streichschienen ist jede Muffe *m* auf einer Schraube *s* verschiebbar. — Die Läufer haben durchschnittlich 1,5 m Durchmesser und 400 mm Breite, und zusammen, da sie aus hartem, scharfkörnigem Sandstein oder Granit bestehen, ein Gewicht von etwa 3000 kg. Indem sie bei 10 Umdrehungen der Welle *C* auch 10 mal in der Minute den Kreisweg zurücklegen, wirken sie übrigens nicht allein drückend, sondern auch etwas zerreibend, weil die Arbeitsflächen Zylinder sind und gezwungen werden sich mit mittlerer Geschwindigkeit zu drehen, während die Peripheriegeschwindigkeit an der inneren Fronte kleiner ist als an der äußeren. Hierdurch entsteht neben dem Rollen noch ein Gleiten und in Folge dessen ein Zerreiben. Bei kegelförmigen Läufern würde, wenn die Spitze der Kegelfläche in der Mitte der Achse *C* läge, natürlich nur ein Wälzen stattfinden: darum verdienen eben Zylinderläufer vorgezogen zu werden. — Daß die Kollergänge, je nach der Oertlichkeit, auch mit einem Antriebe von oben statt von unten versehen werden können, bedarf wohl nur der Andeutung; ebenso, daß sich die Büchse *J* auf der Welle *C* der Abnutzung der Steine entsprechend verschieben läßt. Dieser von Voith in Heidenheim konstruirte Kollergang fordert als Betriebskraft zwei bis vier Pferdestärken.

4. Stoffquetscher.

Zu dieser Gruppe von Zerkleinerungsmaschinen ist noch der sogenannte Stoffquetscher von Bischoff (D. R.-P. Nr. 9781) zu erwähnen, wobei das Prinzip des Zerdrückens dadurch zur Anwendung gebracht wird, daß man den Stoff zwischen gezahnten Platten, die mit den Zähnen in einander greifen, bearbeitet. Die Einrichtung besteht in einem Troge, welcher auf vier Rädern läuft und von einem Krummzapfen mittelst Lenkstange eine hin- und hergehende Bewegung erhält. Auf dem Boden dieses Troges liegt eine geriffelte Platte, deren Riffeln die Querschnittsgestalt von Zahnrädern haben. Ueber dieser Platte hängt an Schwingen eine zweite ebenso geriffelte, aber nach einem Bogen gekrümmte Platte, dessen Mittelpunkt in der Schwingungsachse liegt. Wird nun diese Bogenplatte so weit gesenkt, daß die Riffeln wie Zahnräder in einander greifen und der Trog hin- und herbewegt, so gelangt der in dem Troge befindliche Stoff zwischen diese Riffeln und wird in Folge des durch Federn oder Gewichte regulirbaren Druckes zwischen den zwei auf einander wälzenden Platten gequetscht. Ausführliche Beschreibung in Dingl. pol. J. **240**, 31.

5. Holländer.

Dem Prinzip, nach welchem die Gewebefasern in nassem Zustande durch Druck oder Schlag, also in der Hauptsache durch Quetschen aus einander gebracht werden ohne ein Abreißen herbeizuführen, steht nur noch ein zweites mit gleichem Erfolge zur Seite und zwar dasjenige, welches auf dem Vorgange des Abschabens beruht und wesentlich das Ziel durch Verschieben der Fäden und Fasern gegen einander in einem mit Wasser gefüllten Bottich oder Troge erreicht, welcher mit dem Bottich der Waschmaschine, S. 87, Fig. 26, wesentlich übereinstimmt. Man kann sich diesen Vorgang leicht vergegenwärtigen, wenn man mit einem harten Körper unter entsprechendem Druck über ein nasses Gewebestück hinwegstreicht, indem sich hierbei beobachten läßt, wie zuerst dieser Körper die Fäden vor sich her aus dem Gewebe herausschiebt, dann bei Fortsetzung und Wiederholung der Prozedur die Fäden ausstreicht, in Fasern auflöst und diese abscheidet. Es entsteht dabei der Reihenfolge nach erst eine Masse, welche der bekannten Charpie gleicht, sodann lösen sich durch Aufdrehen die Fäden in Fasern auf und diese endlich verwandeln sich durch Spalten und Abstoßen in immer feiner werdende Fäserchen.

Je nachdem man den erklärten Prozeß mehr oder weniger lange fortsetzt, ist man demnach im Stande, verschiedene Auflösungs- und Feinheitsstufen zu schaffen, also auch bei Durchführung dieses Prinzipes die für bestimmte Arbeitsvorgänge erwünschte Beschaffenheit des Stoffes hervorzubringen. Da zudem hier die Möglichkeit vorliegt, den Zerfaserungsprozeß ununterbrochen und mit verhältnißmäßig geringem Zeitaufwande durchzuführen, also eine große quantitative Leistung zu erzielen, so hat das Prinzip des Schabens für den in Rede stehenden Zweck die ausgedehnteste Anwendung in jener Maschine gefunden, welche den Namen Holländer (pile, *engine*) führt.

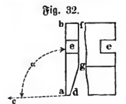
a. Holländerwalze.

In erster Linie kommt es hierbei auf die Werkzeuge, deren Beschaffenheit und Form und dann auf die Mittel an, welche dieselben in Thätigkeit setzen. Die ersteren sind nothwendiger Weise aus einem möglichst widerstandsfähigen, zähen und, der gleichmäßigen Abnutzung wegen, homogenen Material herzustellen, weshalb naturharter Stahl oder Bronze das geeignetste ist. Die schabende Wirkung können sie nur mit einer scharfen Kante ausüben, welche so gegen das zu zerfasernde Material zu richten und zu bewegen ist, daß ein Zerschneiden ausgeschlossen wird.

Das erstere wird erreicht, wenn der Winkel α (Fig. 32), welcher von der Fläche ab, an welcher die Kante a sitzt, mit der Bewegungsrichtung ac des Werkzeuges gebildet wird, entweder gleich oder kleiner als 90° ist. So wie der Winkel größer wird, tritt die Gefahr des Schneidens ein. Damit die Kante a zum Angriff

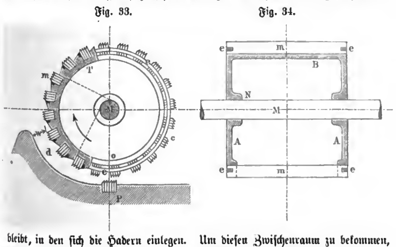
kommen kann, ist es nothwendig und ausreichend, daß das Material rechtwinkelig zur Bewegungsrichtung dagegen gepreßt wird, weil sich dasselbe dann an der Werkzeugfläche *a d* zusammendrückt und über die Kanten *a* und *d* hinausquillt; und damit hier der Widerstand klein wird, ist die Fläche *a d* möglichst schmal zu machen. In Rücksicht hierauf und auf den Umstand, daß das Werkzeug eine bedeutende Festigkeit erhalten und der Nutzleistung wegen mit einer langen Angriffskante *a* versehen sein muß, erklärt sich die in Fig. 32 gezeichnete Querschnittsform *a b f g d*, nach welcher es auch seinen Namen (Messer, Schiene, lame, couteau, *cutter*, *knife*, *flybar*) erhalten hat. Die Dimensionen der Schienen wechseln namentlich in Länge und Breite (85 bis 125 mm) bedeutend, weniger in der Dicke, da die Schneide *a d* im Durchschnitt $2^1/_2$ mm (1 und 4 mm sind die äußersten Grenzen) halten soll, was einer Dicke *b f* der Schiene von etwa 12 bis 15 mm entspricht.

Fig. 32.



Zur Förderung und gehörigen Beschleunigung der Arbeit wird natürlich immer eine größere Zahl von Messern unmittelbar hinter einander zum Angriff gebracht und, um diesen Angriff ununterbrochen stattfinden zu lassen, auf der Oberfläche eines sich im Troge drehenden Zylinders befestigt, der den Namen Walze (cylindre, *roll*) führt. Damit nun hierbei auch jede Schiene arbeiten kann, ist es erforderlich, daß zwischen den einzelnen Schneiden ein Zwischenraum

Fig. 33. Fig. 34.



bleibt, in den sich die Hadern einlegen. Um diesen Zwischenraum zu bekommen, werden gewöhnlich die Schienen auf der Rückseite mit langen Facetten *d g* versehen und außerdem, Fig. 33, gruppenweise angeordnet (damit abwechselnd ein größerer Zwischenraum entsteht) und zwar in der Regel so, daß zwei, drei oder vier Schienen neben einander liegen und dann einen ebenso großen Raum frei lassen. Zum bequemen Einsetzen und Auswechseln der Schienen hat man sie früher fast allgemein nicht einzeln hergestellt, sondern in solchen Gruppen zu zwei oder drei, indem man einen massiven Block von Bronze auf der Oberfläche

durch Aushauen oder Hobeln mit Furchen ausstattete. Da die Schienen sich abnutzen und dadurch die Zwischenräume zu klein werden, so bedürfen sie von Zeit zu Zeit einer Erneuerung der Facetten durch Nachschleifen oder Nachhobeln. Diese Arbeit erfordert eine große Vorsicht, weil die Angriffskanten genau geradlinig sein müssen und ist darum wo möglich zu umgehen. Zu diesem Zwecke ist vorgeschlagen und auch vielfach zur Ausführung gekommen, statt der dicken facettirten Schienen Stahlblätter zu verwenden, welche durchgehends so dick sind als die Schneiden (1 bis 3 mm) und sie mit Zwischenlagen von weicherem Metall (Kupfer- oder Zinkblech) oder harter Pappe von entsprechender Dicke einzusetzen; da sich die weichen Zwischenlagen mehr abnutzen als die harten Schienen, so bleibt ohne ein Nachschleifen stets ein genügender Raum vor den Schienenkanten frei. — Seitdem man die zum Schleifen der Schienen gebräuchlichen Drehsteine aber mit automatischen Führungen versieht, welche ein schnelles und dabei genaues Anschleifen ermöglichen, ist die in Fig. 32 dargestellte Form der Schienen die allgemein angewendete geworden. Dabei wird zugleich die Anbringung in Gruppen zu zwei oder drei, selten vier (Fig. 33) im Allgemeinen der gleichmäßigen Vertheilung vorgezogen, weil zu dem oben erwähnten Vortheil noch der besondere des bequemeren Einsetzens und der größeren Solidität der Walze entsteht, welche bei einer gleichen Vertheilung durch die nahe zusammengerückten Einschnitte zu sehr geschwächt wird, während bei dem Gruppensystem immer starke Stege zwischen den Gruppen stehen bleiben.

Die Verbindung der Schienen mit der Walze muß eine sehr feste und sichere sein und richtet sich zum Theil nach der Walze, weil diese sehr verschieden ausgeführt sein kann. Von altersher, vielfach auch noch jetzt, ist die hölzerne Walze in Gebrauch: ein Zylinder aus Eichenholz, welcher auf einer viereckigen Welle durch Keile befestigt, mit dieser Welle um deren Zapfen in Umdrehung versetzt, abgedreht und auf der Peripherie mit eingehobelten Nuthen versehen wird, in welche man die Schienen einschiebt und durch Holzkeile befestigt. Um dabei einerseits die Schienen noch mehr in der Lage zu sichern, andererseits die Walze gegen Zerreißen zu schützen, werden in die Stirnflächen der Walzen in einem Abstande von 30 mm vom Rande etwa 25 mm breite und tiefe Nuthen eingedreht, mit welchen die an den Schienenenden vorhandenen Einschnitte *e* korrespondiren, und nun in diese Nuthen eiserne Ringe eingetrieben, welche sämmtliche Schienen zugleich genau konzentrisch ordnen und festhalten. Diese Verbindung wird im Laufe der Zeit in Folge des Anquellens der Holzwalze eine so innige, daß weder der Ring noch die Schienen fortzunehmen sind, was den Uebelstand herbeiführt, daß die letzteren auch nicht anders als in der Walze geschliffen werden können.

Die Wirkung der beschienten Walzen hängt, außer der Beschaffenheit und der Zahl der Schienen (Beschienung), namentlich von der Schnitt- oder Oberflächengeschwindigkeit ab, die man daher so groß macht als es die Umstände irgend erlauben. Um dabei hohe Umdrehzahlen der Walzen vermeiden zu können, bleibt nichts weiter übrig, als den Durchmesser derselben möglichst groß zu wählen, und bilden daher Walzen von etwa 1 m Durchmesser jetzt so ziemlich die Regel, während man sich früher auf 500 bis 600 mm beschränkte. Die größeren

Dimensionen bieten außerdem noch den Vortheil, daß die Zahl der Schienen vermehrt und die Abnutzung derselben dadurch verkleinert werden kann. — So lange man sich auf kleinere Walzen bis etwa 600 mm Durchmesser beschränkte, war die Beschaffung von Eichenstämmen, aus denen man dieselben herstellen konnte, nicht sehr schwierig; bei größeren Durchmessern jedoch mußte man auf die Anwendung massiver Holzwalzen aus einem Stück verzichten und da die Zusammensetzung aus mehreren Stücken äußerst unbequem ist, zu einem anderen Walzenmaterial greifen. Nachdem dann die Erfahrung gezeigt, daß das Vorurtheil beziehungsweise die Aengstlichkeit gegen das Eisen unbegründet war, wurde die Einführung eiserner Walzen allgemein, und ihre Konstruktion mannigfaltig. Doch haben sich zwei Anordnungen zu Typen ausgebildet, und zwar die Scheibenwalze und die Trommelwalze. Bei der ersteren sitzen auf einer Welle gewöhnlich zwei runde Scheiben *AA* (durch den unteren Theil der Figur verdeutlicht), welche auf der äußeren Seite (Fig. 33 u. 34, S. 99) vollständig eben, auf der inneren in der Mitte Naben *N* zum Aufstecken auf die Welle *M* und am Rande entsprechende Verstärkungen zur Aufnahme der Schienen *m* besitzen. Zum Einlegen der letzteren sind auf der Peripherie der Scheiben entsprechende Nuthen und zum Festhalten derselben, wie bei der Holzwalze, konzentrische Ringe *ee* angebracht und durch Schrauben befestigt. Zum Ausfüllen der Zwischenräume bedient man sich in der Zeichnung durch schwarze Flächen angedeuteter Holzstreifen, die eingekeilt werden.

Diese Walzenkonstruktion gewährt allerdings den Vortheil, daß die Anfertigung eine sehr einfache ist, besitzt dem gegenüber aber mehrere Nachtheile. Hierzu gehört zunächst das Freiliegen der Schienen auf große Länge, welches die Gefahr ihrer Durchbiegung in sich schließt, dann der Mangel einer steifen Verbindung beider Scheiben, wodurch leicht ein Verdrehen entstehen kann und endlich die Umständlichkeit, mit welcher wegen der Ausfütterung das Einsetzen und Herausnehmen der Schienen behufs des Schleifens verbunden ist. Wenn nun zwar durch Anbringung einer dritten Scheibe in der Mitte zwischen den Endscheiben dem ersten Uebelstande abgeholfen werden kann, so ist doch die Beseitigung der anderen nur möglich, wenn man eine feste Verbindung der beiden Scheiben und eine gehörige Unterlage für die Schienen durch Anbringung eines zusammenhängenden Zylindermantels schafft, also mit anderen Worten eine aus einem Stück hergestellte gußeiserne Trommel zur Konstruktion wählt. Aus diesen Gründen ist die durch den oberen Theil *B* der Fig. 34 vor Augen geführte Trommelwalze als die vortheilhafteste Konstruktion anzusehen, wie auch die immer mehr sich verbreitende Einführung bekundet. Wie die Figuren 33 und 34, S. 99, erkennen lassen, ist der Mantel *B* dieser Trommel auf der Oberfläche mit rechtwinkeligen Nuthen versehen, in welche die Messer *m* eingesetzt werden, um durch Holzkeile ihre Befestigung zu erhalten, und an der Stirnfläche mit einer konzentrisch verlaufenden Nuthe ausgestattet, in welche ein Ring *e* eingetrieben wird, der in die an den Schienenenden eingearbeiteten Einschnitte *e*, Fig. 32, paßt und dadurch die Messer genau zylindrisch bindet. — Um ein Festrosten der Schienen in der eisernen Trommel zu vermeiden, ist es zweckmäßig, die Messer auf eine Einlage von getheerter Leinwand oder Guttapercha zu setzen,

wodurch ein schnelleres Auswechseln der Schienen, behufs des Schärfens, ermöglicht wird. — Damit die Schienen bei der durch den Pfeil angedeuteten Drehrichtung der Walze *T* richtig zum Angriff gelangen, sind die Nuthen so einzuarbeiten, daß ihre Vorderseite nach den punktirten Linien *Mm*, also nicht radial verläuft.

Die eigentliche und vollste Wirksamkeit jedoch kann die Walze mit ihren Schienen nur entfalten, wenn eine Anordnung getroffen ist, welche die Hadern den Schienen in zweckmäßiger Weise darbietet, und wenn für eine ununterbrochene Zuführung des Materials (Speisung) in ausgiebiger Weise gesorgt wird.

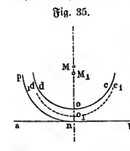
b. Holländergrundwerk.

Wie bereits S. 99 erwähnt, müssen die Hadern zunächst so gegen die Schienen gepreßt werden, daß sie über die Kanten hinweg in die zwischen den Messern ausgesparten Räume eindringen. Damit nun aber die Hadern, auf solche Weise eingeklemmt, nicht von der Walze einfach unzerfasert mitgenommen werden, ist ferner nothwendig, daß die Unterlage, welche die Hadern trägt, so beschaffen ist, daß die letzteren darauf einen großen Widerstand gegen eine Fortschiebung erfahren. Auch dieser Widerstand läßt sich am einfachsten durch solche Vorsprünge herstellen, wie sie durch die Schienen auf der Oberfläche der Walze gebildet werden, und da zugleich solche Vorsprünge die Wirkung der Walze wesentlich unterstützen können, wenn man sie nach denselben Grundsätzen anordnet, so hat man ausnahmslos auch diese Unterlage aus neben einander liegenden Schienen oder Messern hergestellt, welche gewöhnlich (*P* Fig. 33) unbeweglich unter der Walze liegen und den Namen **Grundwerk** oder **Platte** (platine, *block*, *bedplate*) führen. Die Platte, welche gerade so, wie oben in Bezug auf die Konstruktion der Walzenschienen angegeben ist, entweder aus einem eingehobelten Block von Bronze oder Stahl, also aus einem Stück, oder aus facettirten Schienen oder aus dünnen Stahlblättern, sogar für sehr weiche Hadern aus gefurchtem Sandstein konstruirt sein kann, bildet unter allen Umständen einen fest zusammenhängenden, sehr widerstandsfähigen Körper, der von der Seite her in eine Oeffnung des Bottichs unter die Walze geschoben wird. Am zweckmäßigsten und daher am häufigsten findet man die Schienen in einen oben offenen gußeisernen Kasten eingelegt und mittelst eingetriebener Holzkeile befestigt. Wie dieser Kasten in den Bottich eingeschoben und durch Schrauben befestigt wird, lassen die Fig. 38 und 40, S. 114 u. 116, ohne Weiteres erkennen. Da sich die Schienen des Grundwerkes natürlich abnutzen und dadurch ihre Höhenlage verändern, so müssen sie von Zeit zu Zeit nicht nur nachgeschärft sondern auch gehoben werden, welches letztere am einfachsten durch Hebung des ganzen Kastens vorgenommen wird. Zu dem Zwecke legt man den Schienenkasten in der Regel auf schlanke Keile, welche von der Seite her durch Schrauben verstellbar sind und ein vollkommen sicheres und zuverlässiges Hebungsmittel abgeben.

Von besonderer Wichtigkeit ist die Lage der Grundwerksschienen und zwar nicht nur in Bezug auf die Fläche, in welcher die letzteren liegen, sondern auch in Bezug auf die Richtung, welche sie mit den Kanten der Walzenschienen im

Augenblicke des Angriffs bilden. — Ist die genannte Fläche nach Fig. 35 eine Ebene *anb*, welche rechtwinkelig zu dem verlängerten Radius *Mo* der Walze steht, so erkennt man, daß der von *b* zugeführte Stoff von *bc* an in günstigster Weise eintritt, da die in dem Kreise *doc* sich bewegenden Walzenschienen denselben nach und nach bis auf *on* zusammenpressen und über die Grundwerksschienen hinwegschieben, welche, damit die Wirkung an der Stelle des größten Druckes stattfindet, bei *n* angebracht werden müssen. Sowie aber die Hadern in der Bewegungsrichtung über die Zentrallinie *Mn* hinaustreten, verlassen sie in Folge der Vergrößerung des Abstandes *na* von *od* das eigentliche Arbeitsfeld, das ja bei dieser Anordnung vor der Zentralen *nM* liegt, da hinter *on* der Erweiterung wegen der Druck aufhört. Demnach findet zwar der Austritt des Arbeitsmaterials mit großer Leichtigkeit statt, aber auf Kosten der Leistungsfähigkeit. Um diese zu erhöhen muß das Arbeitsfeld bei *n* vergrößert d. h. dafür gesorgt werden, daß der Ort der größten Pressung sich nicht auf eine kurze linienartige Strecke beschränkt, sondern sich flächenartig ausdehnt. Da aber diese Fläche so verlaufen muß, daß ihr Abstand von der Walzenoberfläche konstant bleibt, so kann sie nur die Fläche eines Zylinders sein, dessen Achse mit der Walzenachse *M* zusammenfällt. Aus diesem Grunde wird dann auch das Zusammenarbeiten zwischen Walze und Grundwerk wirkungsvoller, wenn die Schienen des letzteren mit ihren nach oben gekehrten Schneiden in den Zylindermantel *np* gelegt sind. In der Regel ordnet man daher die Grundwerksschienen in der Weise an, daß sie in einer Ausdehnung von $^1/_{20}$ bis $^1/_{15}$ des Walzenumfanges die Walze konzentrisch, also nach *np* in einem Bogen von 18 bis 24° umgeben. — In Erkenntniß dieser Beziehungen hat man sogar vorgeschlagen (Dingl. pol. J. 253, 23), den Bogen auf $90^0 = {}^1/_4$ des Umfanges zu vermehren. Als die zweckmäßigste Anordnung erscheint diejenige, bei welcher das Grundwerk erst eine Strecke vor der Zentralen in der Ebene *nb* und darauf eine Strecke in der Zylinderfläche *np* verläuft.

Fig. 35.



Die Wirkung der zusammenarbeitenden Walzen- und Grundwerksschienen hängt insbesondere noch ab von gegenseitiger Lage zu einander, je nachdem die Schneidekanten parallel (═══) oder nicht parallel (⋝) liegen. Im ersten Falle greift jede Schiene auf der ganzen Länge der Schneide gleichzeitig an, ohne daß eine Tendenz für ein Ausweichen der Hadern gegeben ist, weshalb der Angriff gewaltsam und stoßartig auftritt, bedeutende Kraft konsumirt, aber auch ausschließlich schabend wirkt. — Ist dahingegen die Lage keine Parallele, so gelangt ein Messer vor jeder Grundwerksschiene nach und nach somit viel sanfter und deshalb auch weniger stoßend in Thätigkeit, weil trotz der Schnelligkeit der Bewegung die Hadern nach der sich erweiternden Seite ausweichen und den Stoß mildern. Zugleich mit diesem Vortheil entsteht aber der Nachtheil, daß die Schienen mehr scheerenartig arbeiten, daher die Fasern abschneiden und einen Angriff erzielen, welcher allerdings das Entfasern der gröbsten Stoffe wesentlich

fördert und beschleunigt und hier auch weniger Bedenken erregt, weil diese Stoffe ohnehin stärker angegriffen werden dürfen und können, für feine Fasern aber und für den Fall, wo die Fasern lang und weich bleiben sollen, mindestens auf ein geringes Maß zu beschränken ist. Dieses Maß ist nun abhängig von dem Winkel, unter welchem sich die Schienen schneiden, d. h. je kleiner dieser Winkel ist, um so weniger Gefahr ist für ein Zerschneiden vorhanden, je größer der Winkel, um so gewaltsamer werden die Hadern behandelt und um so mehr werden sie zerschnitten. Aus diesem Grunde wird dieser Winkel auch sehr verschieden angetroffen; in manchen Fällen beträgt er nur 1°, in anderen geht man bis 15°; im Durchschnitt kann man etwa 3° annehmen.

Bei der schrägen Lage der Grundwerksschienen wird der Inhalt des Bottichs stets derjenigen Wand zugedrängt, welche dem offenen Winkel gegenüberliegt, und daher ein Mittel geschaffen, die Hadern an die innere oder an die äußere Wand zu schieben, je nachdem man die Grundwerksschienen an der Außen- oder Innenseite vortreten läßt. — Vielfach wird nun hier eine Ausgleichung in der Weise hervorgerufen, daß man die Grundschienen in der Mitte wie einen Ellbogen unter einem Winkel von 170 bis 175° knickt (⁀), in welchem Falle die Hadern der Mitte zugedrängt und in Folge dessen besser vermischt werden. Dieses sogenannte Ellbogengrundwerk ist namentlich in Amerika viel in Gebrauch. — Man ist sogar so weit gegangen, Zickzackschienen (/\/\/\/\/) anzuwenden, aber wieder davon abgegangen, weil sie viel mehr Nachtheile als Vortheile darbieten; auch kreisförmig gebogene Schienen sind verwerflich, weil sich hier der Schneidewinkel bei jeder Lage der Walzenschiene ändert.

Unter der großen Zahl von Vorschlägen, welche in letzterer Zeit bezüglich der Grundwerkseinrichtung gemacht und ausgeführt sind, mögen hier nur folgende als beachtenswerth erwähnt werden.

Heine in Delster setzt (D. R.-P. Nr. 9631) das Grundwerk aus lauter gleich dicken und gleich hohen Stahlplatten 1, 2, 3, 4, 5 .... 10 u. s. w. zusammen, stellt die Platten 1, 3, 5, 7 oder für größere Zwischenräume 1, 4, 7, 10 u. s. w. höher als die anderen und befestigt sie in dieser Lage durch Schraubenbolzen, welche durch genau gebohrte Löcher und zwei stärkere Endplatten hindurchgehen. Sind die hoch gestellten Schienen abgenutzt, so stellt man die anderen 2, 4, 6 u. s. w. hoch. Um diesen Wechsel zu ermöglichen, hat jede Schiene zwei über einander angebrachte Bolzenlöcher.

Jagenberg in Remscheid (D. R.-P. Nr. 9777) konstruirt das Grundwerk so, daß nach einer Abnutzung der Messer nur diese ohne die Zwischenlagen und zwar dadurch gehoben werden, daß man unter die Messer Blechstücke schiebt an Stellen, wo zu diesem Behufe die Zwischenlagen Ausschnitte besitzen.

c. Walzenstellung.

Den größten Einfluß auf die zwischen Walze und Grundwerk stattfindende Bearbeitung des Materials übt die Entfernung oder der Abstand zwischen den Arbeitsorganen aus, denn es ist leicht begreiflich, daß bei einem Abstande, der

größer ist als die eintretenden Hadernklumpen, diese einfach durchtreiben oder von den Walzenschienen unverändert durchgeschoben werden. Ist der Abstand nur zunächst um ein Geringes kleiner als die Hadernstücke, so zieht die Walze sie mit Widerstand über das Grundwerk hinweg. Dieser Widerstand wächst mit der Abnahme des Abstandes und hat in erster Linie ein sehr kräftiges Quetschen und Zerdrücken in Verbindung mit einem Rollen der Hadern, also ein Resultat zur Folge, welches mit demjenigen des Kollerganges vergleichbar ist und in einer beginnenden Auflösung der Hadern besteht. *Ist aber die Auflösung erst eingeleitet, dann kann sie durch denselben Prozeß leicht fortgesetzt werden, wenn man Walze und Grundwerk allmählich näher bringt (Stellen).* Aus diesem Grunde ist stets eine Vorrichtung angebracht, welche eine passende Stellung zwischen Walze und Platte leicht und sicher ermöglicht und so konstruirt werden kann, daß entweder die Walze oder das Grundwerk oder alle beide sich verstellen lassen. Welche Anordnung auch gewählt werden mag: immer ist dabei zu berücksichtigen, daß zwischen der Walze und dem konkaven Grundwerk nur *eine einzige Lage vorhanden ist, bei welcher die beiden Oberflächen vollkommen parallel oder äquidistant sind und daß diese Lage dann stattfinden muß, wenn die Wirkung des Schabens vorherrschen soll, also dann, wenn die Schienen sich fast berühren.* Je weiter demnach der Abstand zwischen Walze und Grundwerk wird, je weniger belangreich ist die äquidistante Lage ihrer Oberfläche. Beobachtet man bei der Verstellung diesen Grundsatz, so tritt, unter der Voraussetzung, daß das Grundwerk so verläuft, wie in Fig. 35 (S. 103) bei pnb angedeutet ist, und die parallele Lage bei der Walzenstellung o herrscht, noch der besondere Vortheil ein, daß bei einer höheren Stellung die bei b eingezogenen Hadern in einen stetig enger werdenden Raum eingepreßt und mit bedeutender Druckzunahme gequetscht werden, da dann der Abstand cb größer als on ist. Aus diesem Grunde ist auch eine Verstellung in der Vertikallinie oM die empfehlenswertheste.

So lange die Hadern noch in größeren Klumpen herumtreiben, ist der Abstand weit zu nehmen; je mehr sie sich auflösen, ist derselbe zu verkleinern. In dem ersten Stadium kann es nicht ausbleiben, daß eine Menge Hadern den Arbeitskanal $nodp$ passiren, ohne angegriffen zu werden. Dieses Stadium sucht man durch schnelle Annäherung der Arbeitsorgane abzukürzen, was wieder zur Folge hat, daß dickere Hadernballen sich so gewaltsam einpressen, daß ein Abheben der Walze, unter Umständen selbst ein Zerbrechen der Walzenachse eintreten kann. Um diese Gefahr zu vermeiden, wird zunächst der Walze ein bedeutendes Gewicht gegeben (700 bis 1000 kg) und bei guter Konstruktion eine Anordnung getroffen, welche *ein Nachgeben der Walze hervorruft, wenn der dagegen ausgeübte Druck ein gewisses Maß überschreitet.* Bei einer solchen Vorsicht läßt sich die Verstellung und somit die Arbeit wesentlich beschleunigen.

Da aus später zu erwähnenden Gründen in den meisten Fällen für das Grundwerk eine unveränderliche Lage gewählt werden muß, so findet man mit seltenen Ausnahmen die Stellungsvorrichtung so angeordnet, daß die Stellung durch Hebung und Senkung der Walze erfolgt und zwar vermittelst eines Mecha-

nismus, welcher die Heblade (levier, *lighter*), auch wohl selbst Stellung genannt wird und in sehr verschiedener Weise zur Anwendung gelangt.

Im Allgemeinen ist bei der Wahl der Konstruktion darauf zu achten, daß sie die Verstellbarkeit der Walze an beiden Enden gleichmäßig und in beliebigen Abstufungen zuläßt und zwar am zweckmäßigsten von einem Punkte aus, und trotz dieser Bewegbarkeit eine durchaus sichere Lagerung der Walze gewährt. — Man kann diese Bedingungen am einfachsten durch Schrauben erfüllen, die entweder direkt die in Führungen beweglichen oder indirekt die auf Hebeln befestigten Walzenlager heben oder senken, je nachdem eine Parallelverschiebung oder eine Bogenbewegung eingeleitet werden soll. — Beistehende Fig. 36 und 37 erklären das Prinzip dieser Konstruktionstypen, welche viele Variationen zulassen und aufweisen. In der Parallelführung Fig. 36 ruhen die Walzenlager *a* zwischen den an dem Bottich befestigten Führungen *F* auf der Schraube *s*, um welche sich die in dem Steg *b* drehbar gelagerte Mutter *m* dreht und zwar vermittelst des Schneckenrades *c* und einer Schnecke, welche ihrerseits von einem Handrade aus in der Weise passend bewegt wird, wie sich aus der Zeichnung und Beschreibung S. 115 ergiebt.

Fig. 36.

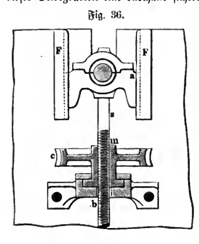
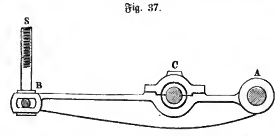


Fig. 37.



Das Prinzip der Hebelanordnung führt Fig. 37 vor Augen. An jeder Seite des Bottichs liegt ein um den festen Bolzen *A* drehbarer Hebel *AB*, welcher bei *C* das Lager der Walzenwelle, bei *B* eine Stange *S* aufnimmt, die oben mit einem Schraubengewinde versehen ist, das durch eine Mutter geht, welche in einem Schraubenrade sitzt, das (Fig. 40, S. 116) seitwärts am Troge auf dem Ständer *f* aufruht. Eine Schnecke *s* greift in *r* ein und sitzt auf einer Stange, welche, wie aus der Figur ersichtlich, quer über den Trog gelegt, mit einem Handrade versehen und so geeignet gemacht ist, beide Hebel gleichzeitig und gleichmäßig zu heben oder zu senken. Damit die Hebel nicht schwanken, erhalten die Enden *B* noch besondere Geradführungen. — Mit diesem Hebel läßt sich zugleich

leicht eine Ausbalanzirung vornehmen, wenn das Gewicht der Walze mit dem der Hebel zu groß ausfallen sollte, wie ebenfalls Fig. 40, S. 116, zeigt.

Um ein Senken der Walze allmählich, aber ununterbrochen automatisch vor sich gehen zu lassen, hat man bei den genannten Konstruktionen nur nöthig, die Schnecken von irgend einem Triebwerke aus mit entsprechender Geschwindigkeit in Umdrehung zu versetzen. Dadurch macht man zwar die Bedienung durch Menschenhand überflüssig, den Apparat selbst aber umständlicher, wenn, was doch unbedingt erforderlich ist, die Stellung der jedesmaligen Beschaffenheit des Stoffes angepaßt sein soll. Aus dem Grunde haben diese sogenannten selbstthätigen Holländerstellungen (automatique, *self-actor*) sehr wenig Aufnahme gefunden.

d. Kropf und Trog.

Was nun weiter diejenigen Vorrichtungen anbetrifft, welche den Zweck haben das Material ununterbrochen zwischen die Walze und das Grundwerk zu bringen, so mag hier zunächst daran erinnert werden, daß ein Zerfasern der Hadern im trockenen Zustande ausgeschlossen, vielmehr es höchst fördernd ist, wenn die letzteren im Wasser schwimmen. Hiermit ist aber zugleich in einfachster Weise das Mittel einer ununterbrochenen Speisung gegeben: indem man die Hadern, wie bei der auf S. 87 beschriebenen Waschmaschine, in einem durch Theilung eines Bottichs gebildeten endlosen Kanal kreisen läßt und auf diesem Wege der passend gelagerten Walze zuführt. Vor Allem handelt es sich hierbei um die Erzeugung der genannten Bewegung (welche man mit Ziehen bezeichnet) namentlich in Bezug auf ihre Geschwindigkeit, welche durch verschiedene Umstände bedingt insbesondere aber nach dem Grundsatze geregelt wird, daß die Leistungsfähigkeit im geraden Verhältniß mit der Geschwindigkeit des Umlaufs wächst und daß eine gewisse Geschwindigkeit durchaus auch schon aus dem Grunde nothwendig ist, damit das Material sich in dem Bottich nicht zu Boden oder in den Gefäßecken festsetzt.

Betrachtet man die mit Schienen besetzte Walze in ihrer Wirkung, so findet man leicht, daß dieselbe auf einer horizontalen Achse sitzend in die Masse des Bottichs gesenkt und in Umdrehung versetzt, ein vorzügliches Mittel ist, diese Masse in Umlauf zu bringen und zu erhalten, weil bei der Drehung die aus der Walze heraustretenden Schienen als Schaufeln eines Rades wirken, d. h. die Hadern fassen, untertauchen und fortschieben und so nach und nach den ganzen Inhalt ins Kreisen versetzen. Der Erfolg dieser Bewegungsursache ist jedoch verschieden, je nachdem die Hadern groß und schwer, oder klein und leicht sind, also verschieden in den ersteren und in den späteren Stadien der Bearbeitung, weil größere Theile gefaßt, mehr vor sich herdrängen und mehr geschleudert werden, also auch in größerem Maße der Zentrifugalwirkung unterlegen sind als kleine, während von dem Augenblicke an, wo schon eine größere Entfaserung eingetreten ist, sich mehr die Wirkung eines Schöpfrades geltend macht. So lange die Walze allein in der beschriebenen Weise den Umlauf der Hadern vermittelt, ist dieser in Folge der ziemlich bedeutenden Verschiedenheit der Hadern kein so

regelmäßiger und namentlich auf den ganzen Inhalt gleich vertheilter, als für die Durchführung einer ordnungsmäßigen Zerfaserung gefordert werden muß. Aus diesem Grunde bedarf der ganze Bewegungsprozeß noch gewisser Mittel, welche, wie bei einem Schöpfrade, dahin wirken, daß in schneller Folge möglichst gleiche Portionen regelmäßig ergriffen und von der Masse abgetrennt fortgeführt werden. Diese Mittel sind kaum einfacher zu treffen als dadurch, daß man die Walze unterhalb mit einer konzentrischen Mulde umgiebt, die nunmehr, je nach ihrer Weite, d. h. ihrem Abstande von den Messern, ein mehr oder weniger großes, bei bestimmtem Abstande aber doch ein ziemlich gleichbleibendes Quantum Hadernmaterial abmißt und durchläßt. So entsteht denn unter der Walze dieselbe Ansteigung wie bei der Waschmaschine (S. 85), d. h. der Kropf, Sattel oder Berg (gorge, *back fall*) mit derselben Bestimmung. Damit die Hadern aber nicht von den Messern auf die andere Seite herüber genommen werden, ist auch aus diesem Grunde die S. 102 erwähnte Stellung der Messer sehr vortheilhaft, in welcher sie von der radialen Richtung abweichen. Der Umlauf des Stoffes, so weit derselbe von der Walze herrührt, hängt bei dieser Konstruktion also ab von der Peripheriegeschwindigkeit der Walze, von der Größe der Zwischenräume (Zellen) zwischen den Schienen und der Weite des Kropfes. Da nun in Bezug auf die Kropfweite W (Fig. 33, S. 99) leicht einzusehen ist, daß diese Weite größer genommen werden kann, wenn die Hadern noch weniger zerfasert sind und mehr der Zentrifugalwirkung unterliegen, und kleiner zu nehmen ist, wenn der Inhalt des Bottichs sich mehr breiartig gestaltet, so folgt daraus die Zweckmäßigkeit einer Anordnung, welche eine Veränderung dieser Weite und ein Anpassen an die Beschaffenheit der Hadern gestattet.

Diese Veränderung kann entweder erreicht werden durch eine Beweglichkeit des Kropfes oder durch eine Verstellbarkeit der Walze oder durch Kombination dieser zwei Bewegungen. Der einfachsten Anordnung wegen, namentlich aber deshalb, weil der Kropf eine sehr sichere, feste Lage erhalten muß, wird der in Rede stehende Abstand kaum jemals anders als durch Hebung und Senkung der Walze, also genau in derselben Weise und nach denselben Grundsätzen regulirt, wie sie oben für die Stellung zum Grundwerk ausführlich erörtert worden. — Zugleich ergiebt aber auch diese Betrachtung, daß sich zur Vermeidung von Bewegungsstörungen der Sattel unmittelbar an das Grundwerk anschließen und letzteres daher in einer bestimmten Höhenlage festliegen muß, und daß es demnach nicht angeht, ohne Weiteres den Abstand zwischen Walze und Grundwerk durch Verstellung des letzteren zu regeln. Alle auf die Veränderung des Kropfkanales hinzielenden Konstruktionen müssen von einer Anordnung begleitet sein, welche einen ungestörten Uebergang vom Grundwerk zum Kropf vermitteln.

Was die Zwischenräume oder Zellen anbetrifft, so bedarf es wohl kaum der Erwähnung, daß diese um so mehr Hadern mitnehmen, je größer sie sind, daß sie aber mit der Zunahme ihrer Größe eine Abnahme der Schienenzahl bedingen und darum innerhalb Grenzen gehalten werden, welche die Erfahrung durch die Zahl der Schienen oder besser durch die Theilung festgesetzt hat.

Von hervorragendem Einfluß auf den Umlauf des Stoffes ist noch die Einrichtung des Troges, in dem die arbeitenden Organe zur Wirkung gebracht wer-

den. Derselbe bildet einen endlosen Kanal, der dadurch hergestellt ist, daß man in einen länglich ovalen Bottich eine Zwischenwand eingesetzt hat. Soll nun in diesem Kanal der Stoff sich möglichst ohne Störung bewegen, so sind plötzliche Richtungsänderungen zu vermeiden, d. h. die Enden gehörig abzurunden, sowie die Mittelwand so dick zu machen, daß auch an ihren Enden Zylinderflächen von bemerkbarer Größe entstehen und endlich der freie Kanalquerschnitt überall gleich groß zu wählen, mit Ausnahme derjenigen Stellen, wo der Stoff eine größere Geschwindigkeit annimmt, also an der Walzenseite und über dem Kropf, wo der freie Querschnitt klein ist und erst allmählich, proportional der Geschwindigkeitsabnahme, zunimmt. — Die eine Langseite des Troges dient nun zunächst zur Aufnahme der Walze, des Grundwerkes und des Kropfes (Arbeitskanal) und verliert dadurch so viel an freiem Querschnitt, um eine Ausgleichung zwischen den beiden Langseiten höchst zweckmäßig erscheinen zu lassen, welche in der Weise erzielt wird, daß man die Mittelwand nicht in der Mitte, sondern so einsetzt, daß für die Walze 2c. eine breitere Abtheilung entsteht. Dadurch staut sich zugleich in der schmalen Abtheilung der Stoff auf und gewinnt an Gefällhöhe. — Betrachtet man den Umlauf des Stoffes in diesem Bottich, so findet man, daß der Theil, welcher an der Mittelwand entlang geht, einen viel kürzeren Weg zurückzulegen hat, als derjenige, welcher an der äußeren Wand sich bewegt und daß der erstere daher öfter der Walze zugeführt wird, als der letztere. Die Folge davon ist eine ungleichmäßige Bearbeitung, welche nur durch eine fortwährend stattfindende Durchmischung des Stoffes gehoben werden kann. Aus diesem Grunde wird der Troginhalt gewöhnlich von Menschenhand vermittelst eines Rührscheites umgerührt, zugleich auch mit dem Nebenzweck, das Zubodensetzen der schweren Hadern zu vermeiden. Um diese unbequeme Nebenarbeit zu ersparen, hat man verschiedene Anordnungen vorgeschlagen, unter welchen aber nur diejenigen beachtenswerth erscheinen, welche an die Stelle des Rührscheites einen mechanischen Rührer setzen, oder dem Kropfablauf eine besondere windschiefe Fläche ertheilen, welche von der Mittelwand her abfällt (Dingl. pol. J. 240, 28; 253, 24). — Auch hat man diesen Nachtheil dadurch zu beseitigen gesucht, daß man den Trog nicht durch eine Mittelwand getheilt, sondern so konstruirt hat, daß der Stoff unter dem Kropfe oder über der Walze wieder umkehrt, also eine Zirkulation in der Vertikal-, statt in der Horizontalebene durchmacht. Hoyt (D. R.-P. Nr. 31424). Wrigley-Umpherston (Dingl. pol. J. 243, 199).

Der Trog (Holländertrog, Bottich, Kasten, Schale, pile, cuve, *vat*, *tube*) wurde in früheren Zeiten entweder aus Holz oder Stein angefertigt, im ersteren Falle mit Kupfer- oder Bleiblech ausgeschlagen und im letzteren Falle aus einem Stücke gehauen. Da hölzerne Tröge schnell zu Grunde gehen und steinerne, namentlich wenn sie groß sein sollen, schwierig zu beschaffen sind, so bilden jetzt gußeiserne Tröge die Regel. Dieselben werden entweder aus einem Stücke oder in zwei Hälften gegossen und dann zusammengeschraubt, und bieten insbesondere große Bequemlichkeit und Sicherheit für die Anbringung der Walzenlager der Hebeladen, der Antriebsvorrichtungen, der Ventile u. s. w. Außerdem zeichnen sie sich durch große Dauerhaftigkeit aus, da sich herausgestellt hat, daß bei richtiger Behandlung derselben das befürchtete schnelle Verrosten so wenig eintritt, daß die

Rostbildung auf das Papier ohne Einfluß ist. Daneben sind daher Tröge aus Zement, Beton oder Mauerwerk nur ganz vorübergehend in Anwendung gekommen.

e. Sandfang.

Schon oben ist ausführlich erörtert, daß mit der Auflösung der Gewebe zum Zwecke der Reinigung eine stetige Absonderung jener Theile Hand in Hand zu gehen hat, welche durch die Zerkleinerung frei werden und wegen ihrer großen Verschiedenheit ebenfalls verschiedene Mittel erforderlich machen.

Zunächst handelt es sich um die Entfernung der schwersten Theile (Nadeln, Haken, Oesen, Knöpfe, Schnallen ꝛc.), damit sie nicht dann noch unter die Walze kommen, wenn diese schon stark gesenkt ist, weil damit eine schnelle Abnutzung der Schienen herbeigeführt würde. Da nun darauf gerechnet werden kann, daß diese Körper schnell zu Boden sinken und nicht wieder mit auf den Kropf hinaufsteigen, so ist es zweckmäßig, sie an der Stelle, wo die Ansteigung des Kropfes beginnt und die Geschwindigkeit der Masse am geringsten ist, aufzufangen, indem man hier im Boden des Troges eine Rinne anbringt und diese mit einem Drahtnetz oder einer gelochten Platte (aus Eisen, Kupfer oder Messing) bedeckt. Namentlich scheidet sich hier der abgelöste Sand ab und heißt diese oft sehr breite Rinne deshalb der Sandfang (sablier, *sand-trap*). Derselbe mündet etwas abfallend in der Trogwand aus und kann dadurch leicht entleert werden. Für die größten Theile (Nägel, Knöpfe und dergl.), welche nicht durch die Löcher der Platte in den Sandfang gelangen können, genügt eine Rinne ohne Deckplatte (Nagelfang) vor oder hinter dem Sandfang, am gebräuchlichsten zwischen Sandfang und Grundwerk, damit sie sich nicht zu schnell mit den kleineren Theilen füllt.

f. Waschscheiben und Waschtrommeln.

Bezüglich der Entfernung der anderen Schmutztheile gilt im Allgemeinen dasselbe, was S. 81 bei den Waschmaschinen auseinandergesetzt wurde, nur mit dem großen Unterschiede, den der Umstand bedingt, daß in den Waschmaschinen eine Zerkleinerung der Hadern vermieden wird, während dieselbe bei der Verwandlung der letzteren in Stoff die Hauptaufgabe bildet. Die Folge davon ist die fortschreitende Entstehung isolirter Fasern, welche zunächst die Anwendung großer Grundsiebe ausschließt, wegen des dadurch unbedingt hervorgerufenen bedeutenden Faserverlustes, und die Absonderung der schwersten Theile auf die Wirkung des Sandfanges beschränkt. Diese kann aus leicht erklärlichen Gründen sich auf diejenigen schweren Substanzen nicht ausdehnen, welche sich durch die Bewegung der Masse schwimmend erhalten andererseits aber leicht den Waschtrommeln ausweichen, weil sie vor denselben ihre Geschwindigkeit einbüßen und zum Niedersinken geneigt werden. Zur Entfernung dieser benutzt man daher vielfach besondere Siebe in der Weise, daß man die Hadern mit Gewalt dagegen schleudert und dadurch den Sand ꝛc. veranlaßt, durch die Siebmaschen zu fliegen,

während die Hadern beziehungsweise Fasern zurückbleiben und in die Masse zurückfallen. Die das Schleudern bedingende heftige Bewegung erhält die Masse durch die Zentrifugalkraft der Walze, welche ihr auch zugleich die tangentiale, von unten nach oben gehende Richtung ertheilt sowie die Stellung des Siebes festlegt, das wo möglich rechtwinkelig gegen die genannte Schleuderbewegung aufgestellt werden muß. Deshalb besteht dieses Sieb aus einem ebenen Drahtgewebe oder gelochten Bleche, das in einen Rahmen eingespannt über der Walze angebracht ist und Waschscheibe (châssis, *sieve*) genannt wird. Da der Stoff nur in einer Richtung geschleudert werden kann, so ist auch nur eine Waschscheibe für diesen Zweck anzubringen und zwar so überhängend (Fig. 38, S. 114), daß die davor liegen bleibenden Fasern leicht abgleiten, während der Sand auf der anderen Seite mit dem durchgeschleuderten Wasser weggetragen wird. — Die Waschscheiben haben den Nachtheil, daß sie leicht Fasern abreißen und in Verlust bringen. Es ist daher erforderlich, sie dann durch Vorschieben massiver Scheiben (Blindscheiben) außer Thätigkeit zu setzen, wenn die Hadern anfangen, sich in Fasern zu zertheilen. Indem nun dadurch die Wirksamkeit der Waschscheiben bedeutend gekürzt wird, kommt man überhaupt von der Anwendung derselben immer mehr und mehr ab, und beschränkt sich auf die Waschtrommeln, deren Konstruktion und Anwendung S. 84 ausführlich beschrieben wurde.

g. Haube.

Endlich sei noch hervorgehoben, daß die heftige Bewegung der Walze den Stoff stark herumspritzt und deshalb eine Vorrichtung verlangt, die den letzteren stets wieder dem Troge zuführt. Diese Vorrichtung ist die Haube (Verschlag chapeau, *case*), welche auf dem einen Rande und der Mittelwand des Troges ruhend, die Walze dachförmig überdeckt und zugleich zur Aufnahme der Waschscheibe und der Blindscheibe dient.

h. Größe, Beschreibung und Betrieb der Holländer.

Diejenige machinale Vorrichtung, welche Walze, Grundwerk, Kropf, Sandfang, Waschsiebe u. s. w. in dem Troge vereinigt, um eine Zerkleinerung und Reinigung der Hadern vorzunehmen, führt den Namen Holländer oder holländisches Geschirr, auch wohl Mahlgeschirr oder Stoffmühle (pile à cylindre, moulin à cylindre, *rag-engine*) im Gegensatz zum Stampfgeschirr (S. 91). Der erste Name rührt davon her, daß dieses Geschirr zuerst in Holland ausgedehnte Anwendung fand, den letzten Namen führt dasselbe deshalb, weil diese Methode der Zerkleinerung mit dem bekannten Mahlproceß große Aehnlichkeit hat und daher auch selbst Mahlen genannt wird. — Man unterscheidet, je nachdem einem Holländer die Aufgabe zugewiesen wird, Halbstoff oder Ganzstoff zu erzeugen: Halbstoffholländer (cylindre effilocheur, cylindre dégrossiseur, défileuse, *washing engine*) und Ganzstoffholländer (cylindre raffineur, raffineuse, *beating engine*, *beater*, *pulp-engine*),

welche übrigens nur in so wenig Punkten von einander abweichen, daß man in vielen Fällen in einem Holländer Halbstoff und Ganzzeug mahlen kann.

Die Größe der Holländer, welche nach dem Gewichte der Hadern angegeben wird, die zur einmaligen Beschickung genommen werden, ist sehr abweichend und richtet sich nach Gewohnheit, Lokalverhältnissen u. dergl. Im Allgemeinen ist hier zu bemerken, daß die Halbstoffholländer stets größer als die Ganzstoffholländer sind, und daß neuerdings durchgängig den gemachten Erfahrungen gemäß große Holländer den kleineren vorgezogen werden. Während bis vor Kurzem der Inhalt eines Halbstoffholländers kaum 150 kg überschritt, bekommt derselbe nunmehr eine Größe von 250 bis 450 kg, also im Mittel von 350 kg; die Ganzstoffholländer, welche früher eine Füllung von etwa 75 kg erhielten, werden jetzt wohl durchschnittlich auf 200 kg gebaut. — Wenn man berücksichtigt, daß sich ein Betrieb mit großen und wenigen Holländern einfacher und aus verschiedenen Gründen auch ökonomischer gestaltet, da eine Anzahl von Holländern, welche genau so viel leisten als ein einziger, mehr Anlage- und Betriebskosten veranlassen, so ist die Einführung großer Holländer gewiß gerathen. So ergab sich durch praktische Versuche beim Mahlen von Hadern im Ganzholländer, nach einer Mittheilung im Paper Trade Journ. (Dingler's pol. J. 245, 310), als Betriebskraft für einen Holländer mit:

1.	115 kg	Stoffinhalt	16,25 Pferdest.,	also auf 100 kg Stoff	14,1	Pferdest.,
2.	180 „	„	21,30 „	„ „ „ „	12,0	„
3.	225 „	„	24,35 „	„ „ „ „	10,8	„
4.	360 „	„	30,45 „	„ „ „ „	8,7	„
5.	455 „	„	34,50 „	„ „ „ „	7,8	„

Diese bedeutende Abnahme des Kraftbedarfs ist dadurch leicht erklärlich, daß der größte Theil desselben für den sogenannten Leergang verwendet wird und daß dieser Verbrauch nicht der Holländergröße proportional wächst.

In einem gewissen Verhältniß zu der Holländergröße steht der Walzendurchmesser und die Walzenbeschienung; für die obigen fünf Holländer hat u. A. die Walze der Reihe nach

75, — 85, — 90, — 105 und 115 cm Durchmesser,

eine Größe, welche durchschnittlich für Holländer obigen Inhaltes überhaupt als gültig angenommen werden kann.

Bezüglich der Beschienung ist daran zu erinnern, daß zwar eine starke Besetzung mehr Schnitte macht als eine schwache, letztere aber größere Zellen darbietet und sich des groben Stoffes wegen mehr für den Halbholländer eignet, so daß der Hauptunterschied zwischen beiden in der Anzahl der Walzenschienen zu suchen ist. Im Allgemeinen kann man wohl auf Grund praktischer Erfahrungen und aus einem Ergebniß an Beobachtungen den Schluß ziehen, daß man bei den Halbholländern für jede Schiene etwa 50 mm und bei den Ganzholländern 35 mm auf der Peripherie Raum (Theilung) nimmt, ganz abgesehen, ob sie einzeln oder in Gruppen stehen. Nimmt man dann z. B. an, daß die Schiene 15 mm dick ist und daß je zwei zusammensitzen, so ergiebt sich ein Zellenraum

von (2.50) — (2.15) = 70 mm für den Halbholländer und
(2.35) — (2.15) = 40 mm für den Ganzholländer.

Ferner kommen in dem ersten Falle etwa 60, in dem zweiten Falle 84 Schienen auf eine Walze von 1 m Durchmesser.

Was das Waschen in den Holländern anbetrifft, so besteht insofern ein Unterschied, als die Hadern im ersten Stadium des Mahlens viel mehr der Reinigung von groben Substanzen bedürfen und auch eine viel kräftigere Reinigung vertragen als später, so daß die Waschvorrichtungen im Halbholländer demgemäß energischer wirken sollen als diejenigen im Ganzholländer. Während man daher bei dem ersteren noch häufig neben einer bis zwei Waschtrommeln eine Waschscheibe anbringt, genügt bei dem letzteren gewöhnlich eine Waschtrommel, da hier die Scheibe zu großen Faserverlust veranlassen würde.

Zur weiteren Erläuterung mögen zwei Holländer dienen, welche von Voith in Heidenheim nach den neuesten Erfahrungen konstruirt und in den Fig. 38 bis 41 dargestellt sind. Die Fig. 38 u. 39 zeigen (in 1/40 nat. Gr.) einen Halbholländer und zwar Fig. 38 (a. f. S.) einen Vertikalschnitt durch die Mitte der Walze und Fig. 39 (a. S. 115) in der einen (rechten) Hälfte einen Schnitt durch die Waschtrommel, in der anderen (linken) Hälfte eine Ansicht von oben. — Man erkennt zunächst die gußeiserne Trommelwalze A mit 60 Schienen in 30 Gruppen, welche auf der Welle B festsitzt und durch die Riemscheibe S in Umdrehung versetzt wird. Die Welle liegt in den zwei Lagern L, L, welche nach Art der S. 106 beschriebenen Parallelstellung von dem Handrade h aus durch die Stange l, die Kegelräder k, die Stangen ii, die Schneckenübertragung mit der Schraube s, nach Bedürfniß hinauf- oder hinuntergeschoben werden. — Das Grundwerk O bekommt 14 bis 18 Schienen, welche um 4° gegen die Walzenschienen geneigt liegen. Der Kropf JKK_1 bildet zugleich den Boden des aus zwei Theilen M und N zusammengesetzten, längs der Naht QP durch Schrauben verbundenen gußeisernen Troges, in dem bei E und E zwei mit Ablaßhähnen versehene Sandfänge und bei F ein Nagelfang ausgespart sind. Der Trog ist durch die hohle Mittelwand QQ so getheilt, daß der Arbeitsraum M breiter ist, als der Waschraum N. In dem ersteren befindet sich unter der Haube T die aus gelochtem Blech hergestellte Waschscheibe U und die Blindscheibe D. Wenn die Waschscheibe nach Entfernung der Blindscheibe in Thätigkeit ist, läuft das durchgeschlagene Wasser durch die Rinne o dem Abfallrohr P zu. Die zwei Waschtrommeln R, R, welche bereits S. 84 beschrieben sind, empfangen ihre selbstständige Bewegung von der Walzenwelle B, durch die Doppelriemenscheibe a, die Riemenscheiben bb, sowie das Rädervorgelege cd. — Der Wasserzufluß erfolgt durch einen etwa 10 cm weiten Hahn, der über dem Holländer mündet. Die Entnahme des Stoffes geschieht durch die zwei Ventile CC mit großer Schnelligkeit. Ein Bodenventil H dient zum Ablaufen des Wassers, mit dem der Trog von Zeit zu Zeit gereinigt werden muß.

Der vorstehend beschriebene Halbholländer ist für einen Stoffinhalt von 450 kg berechnet, hat eine Troglänge von 6,3 m und eine Breite von 3,3 m. Die Walze macht in der Minute 150 Umdrehungen, jede Waschtrommel 13.

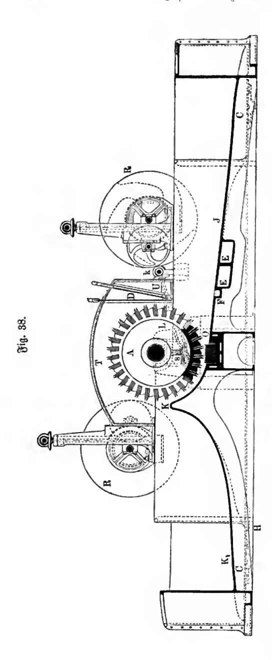
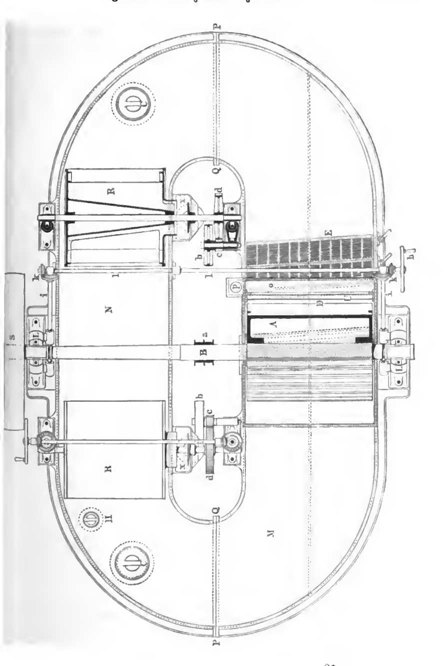


Fig. 38.

Die Oberflächengeschwindigkeit der Walze beträgt daher etwa 8,2 m in der Sekunde. Da die Walze 60 und das Grundwerk 14 Schienen besitzt, so erfolgen in einer Minute 14 . 60 . 150 = 126000 Schnitte, also 2100 in der Sekunde.

Bei dem in Fig. 40 u. 41 (S. 116 u. 117) in $^1/_{33}$ nat. Gr. dargestellten Holländer erkennt man ebenfalls in A die mit 90 Schienen in 30 Gruppen besetzte Trommelwalze auf der Welle B, welche in den Lagern LL von den zwei Hebeladen oder Lüften ULy getragen wird. Diese Hebeladen sind bei y um starke Bolzen drehbar aufgehängt, und bei U mit den Schraubenspindeln s verbunden, welche ihre Muttern in den Schneckenrädern besitzen, die von dem Handrade h aus vermittelst der Stange l und der auf dieser sitzenden Schnecken gemeinschaftlich und gleichmäßig gedreht werden, wodurch dann auf die S. 106 beschriebene Art die Walze ihre Stellung erhält. Damit bei diesem Stellzeug jedes Schwanken ausgeschlossen wird, bekommt die Hebelade bei dem Ende U noch eine besondere Führung in dem, an dem Troge sitzenden Führungsständer f. Beim Mahlen im Ganzholländ-



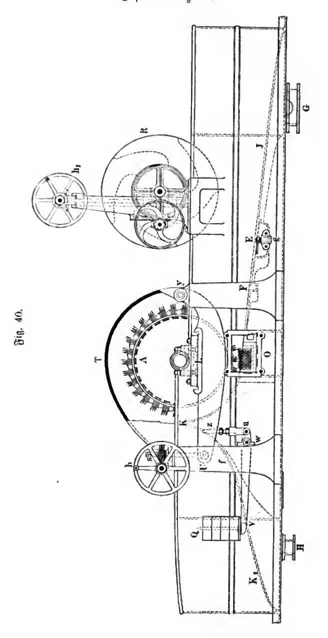


Fig. 40.

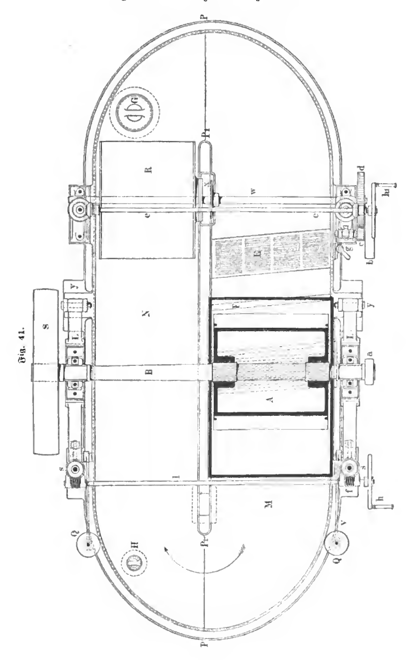


Fig. 41.

der darf zur Verhinderung des sogenannten Todtmahlens die Walze, namentlich am Ende des Mahlprozesses, nicht zu stark aufliegen, also nicht ihr ganzes Gewicht zur Geltung bringen und muß demnach, wenn möglich, entlastet werden. Zu diesem Zwecke dient hier der Hebel vwu mit den Scheibengewichten Q und dem verstellbaren Zapfen z, welcher von unten in die Hebelade ULy eintritt. Je nach Bedürfniß kann man durch Auflegen oder Abnehmen der Gewichtsscheiben den Druck der Walze aufs Feinste reguliren, was für die Darstellung eines guten Stoffes besondere Beachtung verdient. — Das Grundwerk O ist mit 14 bis 18 unter einem Winkel von 6° schräg liegenden Messern versehen. Der Kropf JKK_1 bildet einen Theil vom Boden des aus einem einzigen Stücke gegossenen Troges MN, welcher bei $P_1 P_1$ eine zwar schmale, aber hohle Zwischenwand trägt, in welcher bei x ein Ablauf für das aus der Waschtrommel R austretende Wasser liegt. Bei E erkennt man den mit geschlitzter Platte bedeckten Sandfang mit dem Ablaßhahne g und bei F den Nagelfang. Der Arbeitsraum M ist auch hier entsprechend breiter als der Waschraum N, und über der Walze mit einer leicht abnehmbaren Haube T bedeckt. Der in der Pfeilrichtung ziehende Stoff wird nicht nur unmittelbar hinter der Walze zum Stauen gebracht, sondern auch beim Verlassen des Kropfablaufes zwischen P und P_1 zu einem schnellen Auseinanderfließen veranlaßt, um dadurch ein Durcheinandermischen hervorzubringen, was übrigens auch noch durch die Waschtrommel R befördert wird. — Zum Waschen des Stoffes ist außer dem Sandfange und dem Nagelfange nur eine Waschtrommel R angebracht, die ebenfalls dieselbe Konstruktion wie die in Fig. 39 (S. 115) gezeichnete besitzt, an der Welle w hängt und von der Walzenwelle B vermittelst der Riemenscheiben a und b, sowie dem Vorgelege cd eine selbstständige Bewegung erhält. Verstellbar ist sie durch das Handrad h_1, welches vermittelst der Stange e und Kegelräder auf die zwei Vertikalschrauben einwirkt, an welchen die beiden Lager der Waschtrommel hängen. — Der Wasserzufluß erfolgt durch einen über dem Troge angebrachten Hahn, der Abfluß durch die Waschtrommel und das Abflußrohr x. — Zum Entleeren ist das Ventil G und zum Auswaschen das Bodenventil H vorhanden.

Dieser Holländer dient zur Aufnahme von 200 kg Stoff, ist 5,4 m lang und 2,1 m breit und bedarf zum Betriebe etwa 15 Pferdestärken. Die Walze macht durchschnittlich 160, die Waschtrommel 18 Umdrehungen in der Minute. Die Oberflächengeschwindigkeit der 1 m Durchmesser haltenden Walze beträgt daher 8 m in der Sekunde. — Von der Wirksamkeit desselben macht man sich eine Vorstellung, wenn man bedenkt, daß in einer Minute 21 600 Schnitte ausgeführt werden bei der Annahme, daß das Grundwerk 15 Schienen hat, da $90 . 15 . 160 = 21\,600$ sind. Es kommen dadurch 3600 Schnitte auf die Sekunde.

Die große Aehnlichkeit der Halbstoff- und Ganzstoffholländer kann nicht auffallen, wenn man bedenkt, daß die Arbeit des Ganzholländers streng genommen nur eine Fortsetzung derjenigen des Halbholländers ist. Aus diesem Grunde ergiebt sich auch durchaus nicht die Nothwendigkeit zweier Holländer, vielmehr die Wahrscheinlichkeit, daß man in Zukunft die Holländer so konstruirt, daß der

Stoff in einem Holländer ganz hergestellt werden kann, wie es jetzt bereits bei der Fabrikation ordinärer Papiere der Fall ist.

Im Laufe der Zeit sind viele Versuche gemacht, die Wirkung des Holländers sowohl durch Verbesserungen und andere Anordnungen einzelner Theile, als durch Aufstellung vollständig neuer Konstruktionen quantitativ und qualitativ zu erhöhen. Wenn auch manche Neuerungen nach diesen Richtungen das Ziel entweder gar nicht oder doch nicht in genügend vortheilhafter Weise erreichten, so sollen doch die wesentlichsten hier nicht übergangen, sondern kurz skizzirt werden.

Zuerst sei hier der sogenannten Zentrifugalstoffmühle oder des Scheibenholländers von Kingsland gedacht, der aus einer runden, eisernen, etwa 6 cm dicken Scheibe besteht, welche beiläufig 75 cm Durchmesser hat, sich mit 200 Touren in der Minute mit einer horizontalen Welle dreht und an beiden flachen Seiten wie gewöhnliche Mühlsteine geschärft oder beschient ist. In geringem, übrigens verstellbarem Abstande von dieser drehenden Scheibe befinden sich zwei ähnliche, aber feststehende Scheiben, so daß der durch ein Abfallrohr ungefähr im Zentrum eingeführte Stoff zwischen diesen Flächen wie bei einer gewöhnlichen Mahlmühle gemahlen und an der dem Einlaufe entgegengesetzten Seite durch ein Auslaßrohr entfernt wird. — Es liegt in der Natur dieser Stoffmühle, daß sie nur Ganzstoff herstellt, ohne denselben zu waschen und daher besondere Waschapparate verlangt. Ferner ist kaum zu erwarten, daß der Stoff bei einem, wenn auch langsamen Durchgange, genügend gleichmäßig gemahlen wird. Aus diesen Gründen ist dieser Scheibenholländer, trotz seiner kontinuirlichen Thätigkeit und großen Leistungsfähigkeit, wenig in Aufnahme gekommen. — In neuester Zeit jedoch findet derselbe in einer wohl durchdachten Anordnung von Kirchner in Frankfurt a. M. vielfach Verwendung zur Erzeugung von Holzstoff, weshalb an betreffender Stelle eine Beschreibung desselben folgen wird.

Aehnliches läßt sich von demjenigen Holländer behaupten, welcher nach dem Vorgange von Jordan und Eustice in Amerika (1858) aus einem mit Schienen besetzten Vollkegel besteht, der sich in einem mit Schienen ausgestatteten, das Grundwerk vertretenden Hohlkegel dreht und in neuester Ausführung unter dem Namen Kreiselholländer (D. R.-P. Nr. 11178) bekannt geworden ist (Dingler's Pol. Journ. 240, 29). Derselbe weist nach Konstruktionen von Jagenberg die wesentlichen Verbesserungen auf, daß der Stoff in Umlauf gebracht und dadurch veranlaßt wird, wie bei einem gewöhnlichen Holländer beliebig oft durch den Mahlapparat zu gehen.

Eine besondere Eigenthümlichkeit bietet der Holländer von Keferstein insofern, als die Walze und das Grundwerk eine vertikale Aufstellung erhalten haben, deren Werth für das Mahlen von Papierstoff nicht recht ersichtlich ist, wenn man erwägt, wie schwierig es sein muß, hier einen regelmäßigen Umlauf zu erzielen, da die Zentrifugalwirkung ohne Frage eine Trennung der Stofftheile nach ihrer Feinheit in für den Mahlprozeß ungünstiger Weise herbeiführen muß, indem die feineren Theile die Mahlwerkzeuge öfter passiren als die groben.

Der beim Waschen im Holländer auftretende Verlust an Fasern durch die Siebflächen hat (D. R.-P. Nr. 21275) zur Konstruktion von Holländern ge-

führt, bei welchen der gemahlene Stoff ununterbrochen mit dem Waschwasser durch entsprechend gröbere Siebe entfernt und später von demselben getrennt wird. Wenn man berücksichtigt, daß bei solchen kontinuirlichen Operationen auch ununterbrochen ungemahlene Hadern neu zugeführt werden müssen, die nun eine ganz andere höhere Walzenstellung fordern, so kann man allen hierauf bezüglichen Vorschlägen wohl kaum eine praktische Bedeutung beilegen.

Zur Vergrößerung der quantitativen Leistungsfähigkeit hat Forbes in Dalkeith (Schottland) einen sogenannten Doppelholländer (D. R.-P. Nr. 11962) konstruirt, der als eine Vereinigung zweier Holländer betrachtet werden kann, indem zwei Walzen nicht hinter einander, sondern neben einander, etwa so wie die Walze *A* und die Waschtrommel *R* des Holländers Fig. 41 (S. 117) angebracht sind. Weil dadurch zwei Arbeitskanäle entstehen, die außer den Walzen auch noch zwei Waschtrommeln enthalten, so ist zwischen diesen Kanälen ein freier Zugkanal durch Anbringung zweier Längswände herzustellen, so daß drei Kanäle neben einander liegen. Zur Beförderung des Ziehens ist in dem freien Mittelkanale ein eigenthümliches Schöpfrad angebracht, welches den ziehenden Holländerinhalt auf einem am Ende des Kanales dasselbe umgebenden Kropfe bis an den Rand des Troges hebt und zugleich nach beiden Seiten für die Walzen gleichmäßig vertheilt. Holländer mit mehreren Walzen zu bauen, ist schon öfter vorgeschlagen und versucht, aber stets aus dem Grunde wieder aufgegeben, weil es zu schwierig ist, die Walzen gleichmäßig einzustellen; fehlt aber die gleiche Einstellung, so wird der Stoff leicht todtgemahlen und die Thätigkeit einer Walze unvollständig.

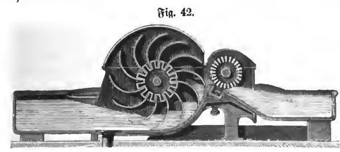
Bei einer Reihe von Vorschlägen für Verbesserungen an Holländern hat man insbesondere auch die Verminderung von Triebkraft im Auge, welche bei kleinen Holländern mindestens auf 4 bis 5 Pferdestärken, bei großen auf das Dreifache angenommen werden kann. Nach Angaben von Lespermont gebrauchte ein Holländer mit Walze von 1 m Durchmesser und 70 cm Länge mit 180 Umdrehungen pro Minute 6,1 Pferdestärken, welche sich so vertheilen, daß

1,5 auf die Walzenreibung,
0,6 auf das Mahlen und
4,0 auf den Stoffumlauf

kommen. Hiernach konsumirt der Stoffumlauf $^2/_3$ der ganzen Betriebskraft. Nach denselben Angaben würde es zum Mahlen genügen, wenn die Walze eine Peripheriegeschwindigkeit von 0,5 bis 0,6 m in der Sekunde besitzt; um das Umtreiben des Stoffes aber zu bewirken, der in zwei Minuten etwa den Kreis durchläuft, ist es erforderlich, die Anfangsgeschwindigkeit der Walze mehr als zu verzehnfachen, nämlich auf 8 bis 10 m pro Sekunde zu erhöhen und zugleich ihr Gewicht sehr groß zu machen. Da die Walze, namentlich mit radial gestellten Schienen, wegen des Watens in dem Holländertroge in der ungünstigsten Weise als Schöpf- oder Wurfrad zur Wirkung gelangt, so ist die oben angegebene Vertheilung der Betriebskraft nicht schwer zu begreifen und der Gedanke nahe gelegt, die Arbeit des Mahlens von der Arbeit des Umtreibens zu trennen und für beide Vorgänge besonders und regelrecht konstruirte Organe anzubringen. So ent-

standen jene Holländer, bei welchen der Stoffumlauf durch die mit richtig geformten Schaufeln versehenen Waschtrommeln oder durch einen besonderen Stofftreiber hervorgebracht wird. Der letztere, in Fig. 42 skizzirte, von Debié konstruirte muß in dieser Richtung als der vollkommenste angesehen werden (Dingler's pol. Journ. 213, 289). Die Walze, welche von geringem Gewichte und daher kleinem Durchmesser (500 mm) sein kann, ist mit 48 gleichmäßig vertheilten Schienen besetzt und so hoch gelegt, daß sie fast gar nicht im Wasser watet und deshalb wenig Widerstand erfährt. Das Grundwerk befindet sich auf dem höchsten Punkte des Kropfes. Vor dem letzteren ist zur Zuführung des Stoffes ein besonderes Schöpfrad (Stofftreiber) angebracht, das mit gehörig nach Kreisflächen gebogenen Schaufeln den Stoff an dem Kropfe hinauf zu dem Arbeitsorgane schiebt, wobei das etwa zu viel mitgehobene durch die Schlitze in dem Boden des Schöpfrades wieder in den Trog zurückfällt. Da der Stofftreiber mit 1,2 Durchmesser und 1,25 Umdrehungen in der Minute das genügende Quantum hebt, so ist eine Kraftersparniß von 40 bis 50 Proz. bei diesem Elevatorholländer wohl erklärlich.

Fig. 42.



Am weitesten in der Erweiterung der Holländerarbeit gehen wohl Cobley und Tidcombe, welche dem Holländer auch zugleich das Kochen der Hadern aufbürden wollen, indem sie denselben doppelwandig machen und mit hochgespanntem Dampfe heizen, oder Schlangendampfröhren auf den Boden legen, sowie mit einer gedichteten, den ganzen Trog überspannenden Haube abschließen (Pol. Journ. 253, 23).

Der Betrieb der Holländer, welcher sich streng genommen schon aus dem Vorgehenden ergiebt, bezweckt die Erzeugung von Halbstoff und Ganzstoff und kann daher nicht in beiden Fällen gleich sein.

Zur Erzeugung von Halbstoff wird der Halbholländer zuerst fast bis an den Rand mit Wasser gefüllt, dann die hochstehende Walze in Bewegung gesetzt und die für eine Holländerfüllung (Holländerleere, pilée) bestimmte Hadernmenge in kleineren Portionen mit der Hand aus einander gezupft, eingeworfen und mittelst eines Rührscheites untergetaucht, während die ganze Masse in Umlauf geräth. Da zugleich die Arbeit mit dem Waschen zu beginnen hat, so werden die Blindscheiben fortgenommen und Waschscheiben mit Waschtrommeln gleichzeitig in Thätigkeit gesetzt. Nach einiger Zeit wird dann die

Walze allmählich gesenkt. Wann diese Senkung ihren Anfang nimmt, hängt von manchen Umständen, insbesondere von der Reinheit und Feinheit der Hadern ab, indem sie früh beginnen kann, wenn die letzteren rein und fein sind, woraus die Wichtigkeit des Waschens (S. 82) in allen den Fällen hervorgeht, in welchen die Arbeit im Holländer schnell von Statten gehen soll. Indem darauf die Walze immer mehr und mehr gesenkt, auch einem Stillstande der Masse mit dem Rührscheite entgegen gearbeitet wird, tritt nach und nach die Zerfaserung und der Zeitpunkt ein, in dem die Waschscheibe durch Vorschieben der Blindscheibe außer Funktion gesetzt (der Holländer verschlagen) und das Waschen ausschließlich den Waschtrommeln überlassen wird, deren Wirkung gradatim mit ihrer Hebung gelinder und endlich, nachdem das ablaufende Wasser die genügende Waschung anzeigt, ganz eingestellt wird. Das Mahlen nimmt sodann bei stetigem Senken seinen Fortgang, bis die gehörige Breikonsistenz des Inhaltes den Zeitpunkt zu erkennen giebt, in dem zur Entleerung vermittelst Hebung der Ventile und gleichzeitigen Stillstellens der bewegten Theile geschritten werden kann. — Die Zeitdauer, welche der Halbholländer zum Mahlen beansprucht, hängt ebenfalls von der Beschaffenheit der Hadern ab und ist in jedem einzelnen Falle besonders zu bestimmen; feine weiche Hadern sind nach ein- bis zweistündigem Mahlen in Halbzeug verwandelt, während grobe harte für diesen Uebergang oft drei bis vier Stunden in Anspruch nehmen. Dabei ist zu bemerken, daß man durch schnelles und tiefes Senken der Walze die Operation des Mahlens beschleunigen, aber auch leicht die Gefahr des Kurzmahlens herbeiführen kann.

B. Erzeugung von Ganzstoff.

Bei der Bildung von Ganzzeug im Ganzholländer handelt es sich oft nur um eine Fortsetzung des Mahlens, also um ein Füllen mit Halbstoff (das unmittelbar aus dem Halbholländer erfolgen kann, der dann höher aufgestellt ist) und allmähliches Senken der Walze, bis Walze und Grundwerk sich, je nach der Feinheit, die der Stoff bekommen soll, sehr nahe rücken und fast berühren. In den meisten Fällen tritt aber auch noch ein Waschen hinzu, was jetzt wohl ausschließlich durch Waschtrommeln und nicht mit Waschscheiben ausgeführt wird und zwar zur Vermeidung von Faserverlust mit größter Vorsicht nur in der ersten Periode des Mahlens, während welcher dann die Walze auch noch hoch steht. Später wird die Waschtrommel durch Heben außer Thätigkeit gestellt. — Die zur Erzeugung von Ganzstoff erforderliche Zeit richtet sich ebenfalls hauptsächlich nach der Beschaffenheit des Holländerinhaltes, kann aber durchschnittlich zu vier Stunden gerechnet werden.

IV. Bleichen des Halbstoffes.

Auf S. 89 ist schon hervorgehoben, daß die Fasern zur Beseitigung der farbigen Substanzen, die zum Theil als Naturfarbe gelten können, zum Theil durch die Operation des Färbens an dieselben gelangt sind, einem besonderen Prozesse unterworfen werden müssen, wenn sie im Papier vollständig weiß zur Erscheinung kommen sollen. Betrachtet man die Mittel, welche zu diesem Zwecke in Anwendung zu bringen sind, so zerfallen sie in zwei Gruppen, je nachdem sie die Farben nur umhüllen und dadurch verdecken, oder dieselben entweder durch Zerstörung oder durch Ueberführung in farblose Substanzen thatsächlich beseitigen. Da nun die erste Methode auf einer mechanischen und die zweite auf einer chemischen Thätigkeit beruht, so ist es zweckmäßig, sie auch hiernach von einander zu trennen, um so mehr, als sie in Wirklichkeit auch zeitlich getrennt werden müssen, da die Umhüllung der Fasern mit weißen Substanzen naturgemäß erst unmittelbar vor der Papierbildung vorgenommen werden kann, während die Anwendung der farbenvernichtenden Mittel nach den S. 90 gepflogenen Erörterungen schon genügend wirksam auftritt, wenn die Fasern sich in dem Stadium der Zerkleinerung befinden, wie sie dem Halbstoffe eigenthümlich ist. Dabei ist es gebräuchlich geworden, die auf einer Umhüllung mit weißen Substanzen beruhende Operation das Weißen zu nennen und die Farbenvernichtungsarbeit ausschließlich mit Bleichen (blanchiment, *bleaching*) zu bezeichnen.

A. Bleichmittel.

Die zum Bleichen anwendbaren Mittel richten sich naturgemäß in erster Linie nach der Art der färbenden Substanzen und nach dem Zwecke, den man im Auge hat, je nachdem eine Zerstörung der letzteren durch Zersetzung, Spaltung u. s. w., oder eine Vernichtung durch Vereinigung mit anderen Körpern zu farblosen Verbindungen beabsichtigt wird, da hier von der Anwendung der Eigenschaft der Kohle durch die sogenannte Flächenwirkung Farbstoffe aus Flüssigkeiten nieder zu reißen, Umgang genommen werden muß, weil die Farbstoffe nicht gelöst sind.

Untersucht man nun die hier in Betracht kommenden farbegebenden Materien, so findet man, daß sie überwiegend organischer Natur sind, da die unorganischen fast vollständig durch das Kochen und Waschen entfernt werden. Da die Farbstoffe meist auf der Oberfläche der Fasern sich befinden und daher dem Angriffe chemischer Agentien zunächst ausgesetzt sind, so werden diese bei ihrer Einwirkung um so eher einen vernichtenden Einfluß auf die färbenden Substanzen ausüben, als die darunter liegende Zellulose ja überhaupt den Chemikalien gegenüber einen bedeutend größeren Widerstand besitzt. Auf dieser Wahrnehmung

beruht im Wesentlichen der Prozeß der Bleicherei, d. h. auf der ungleichen Widerstandsfähigkeit der zu entfärbenden und der färbenden Stoffe gegen zersetzende Einflüsse und vollzieht sich leicht, so weit vegetabilische Fasern in Frage kommen, also insbesondere an Baumwolle, Flachs, Hanf u. s. w., während bei animalischen Fasern der färbende Stoff viel inniger mit dem Faserkörper verbunden und zum Theile erst mit einer Veränderung des letzteren selbst beseitigt werden kann.

Die vegetabilischen Farbstoffe und Farben sind nun der Hauptsache nach chemische Verbindungen von Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, welche zerfallen, wenn man die Zusammensetzung dieser Elemente auflöst, indem man eines derselben ausscheidet, oder ihr Wesen dadurch umwandelt, daß man eines oder mehrere Elemente einverleibt oder substituirt. So wird z. B. von Gerhardt (Wagner's Jahresber. 1883, 358) die bleichende Wirkung des Chlors der Leichtigkeit zugeschrieben, mit welcher Chlor an Stelle des Wasserstoffes in organische Verbindungen eintritt. — Zerlegt man die genannten Verbindungen nun in der Weise, daß man ihnen den Sauerstoff entzieht, so zerfallen sie durch Reduktion; veranlaßt man aber umgekehrt eine Zuführung von Sauerstoff, so bewirkt man die Veränderung durch Oxydation. Im ersten Falle würden Kohlenwasserstoffverbindungen, im letzteren Falle entweder Verbindungen von Kohlenstoff- und Wasserstoff mit Sauerstoff, also Kohlensäure und Wasser, das Endresultat sein, oder eine Vereinigung des Farbstoffes direkt mit Sauerstoff zu anderen Produkten entstehen.

Von allen durch diese Möglichkeiten bedingten Bleichprozessen ist im vorliegenden Falle der wichtigste und gebräuchlichste der Oxydationsprozeß, weil er mit den einfachsten Mitteln hervorgerufen und unterhalten werden kann. Es bedarf derselbe nur der Erweckung von Sauerstoff unter Umständen, welche seine Einwirkung auf die Farbstoffe sichern, wozu vor Allem wünschenswerth ist, denselben im statu nascendi mit den färbenden Substanzen in Berührung zu bringen.

Vor der Entdeckung der farbenzerstörenden Eigenschaften des Chlors und Einführung des letzteren als Bleichmittel wurden die Hadern entweder gar nicht gebleicht, oder der Einwirkung des direkt wirkenden Sauerstoffes durch die noch heute vielfach beim Bleichen der Leinwand in Anwendung stehende sogenannte Rasenbleiche unterworfen. Bei der hier in Folge des Benetzens vorkommenden Verdunstung von Wasser an der Luft bilden sich aus den Bestandtheilen des Wassers und der Luft nach Beobachtungen von Schönbein, Gorup-Besanez, Struve u. A. stets Ozon, Wasserstoffsuperoxyd und salpetrigsaures Ammoniak, Körper, welche theils für sich, theils unter Mitwirkung der atmosphärischen Kohlensäure stark oxydirend wirken und daher im Stande sind, organische Farbstoffe gleichsam durch Verbrennung zu zerstören, sie in flüchtige oder farblose Verbindungen überzuführen, welche letztere auf der Faser liegen bleiben und durch Waschen entfernt werden. Daher ist diese Bleichung das Resultat eines Oxydationsprozesses.

1. Chlor. Nach der Entdeckung der farbenzerstörenden Eigenschaften des Chlors durch Scheele 1784 konnte es nicht ausbleiben, daß dieses Mittel bald

sehr allgemein für Bleichzwecke in Gebrauch kam. Erklärt wurde diese Wirkung damals genau so wie jetzt, wenn auch nach vollständig anderen Anschauungen. Man betrachtete das Chlor als oxydirte Salzsäure und führte die Farbenzerstörung auf die Abgabe des Sauerstoffes, also eine Oxydation zurück. So sagt Berthollet in seinem Buche „Statique chimique" 1803: „Wenn die oxydirte „Salzsäure gasförmig oder tropfbar auf eine Verbindung einwirkt, worin Wasser„stoff enthalten ist, so fängt dieser an, sich mit dem Sauerstoffe zu verbinden, „so daß die Substanz, womit er vereinigt war, zurückbleibt; und zuweilen „verbindet sich die oxydirte Salzsäure mit einer Substanz, worin Wasserstoff „enthalten ist, ohne eine Zersetzung zu bewirken oder zu erleiden und die „wechselseitige Zersetzung erfolgt nur bei langwierigem Einwirken oder Temperatur„veränderung. Auf diese Weise wirkt diese tropfbare Flüssigkeit auf die färben„den Theile der Pflanzen; sie macht sie verschwinden, indem sie mit ihnen eine „farblose, in Alkalien auflösliche Verbindung eingeht; allein diese Verbindung „nimmt eine andere Natur an, wenn sie lange sich selbst überlassen, oder der „Siedehitze ausgesetzt wird; ihr Wasserstoff erzeugt Wasser; sie wird gelb; sie „verkohlt sich, oder sie nähert sich der Kohle."

Als dann Davy im Jahre 1810, gestützt auf die Untersuchungen von Gay-Lussac und Thénard (1806), die oxydirte Salzsäure als Sauerstoffverbindung verwarf und als ein Element erkannte, welches er mit dem Namen Chlor belegte, wurde naturgemäß auch die Bleichwirkung dieses Elementes nicht mehr als eine Oxydation, sondern dadurch erklärt, daß sich das Chlor mit dem Wasserstoffe der Farbstoffe zu Chlorwasserstoff verbinde und dadurch farbezerstörend auftrete. Da auch, wie wir später erfahren werden, bei dem Bleichprozesse Salzsäure gebildet wird, so hat diese Auffassung lange vorgeherrscht.

Eine andere, auch neuerdings wieder vertretene Ansicht über die Wirkung des Chlors als Bleichmittel behauptet, daß Chlor den Wasserstoff aus den färbenden Substanzen verdränge und mit dem rückständigen Kohlenstoffe und Sauerstoffe Chlorderivate bilde, welche farblose Modifikationen der letzteren darstellen, die sich nicht von den Fasern trennen. Man hat diese Ansicht namentlich dadurch zu beweisen geglaubt, daß man Chlorreaktionen in einer Masse wahrgenommen hat, die durch Zusammenschmelzen von chlorgebleichter Baumwolle mit Natron erhalten war. (Dingler's pol. Journ. **249**, 128.)

Endlich ist noch die Bildung von Chlorderivaten mit den Elementen der Farbstoffe, oder mit diesen selbst angenommen, welche entweder in Wasser oder alkalischen Laugen löslich und daher durch Waschen leicht zu entfernen seien.

Nun ist aber bekannt, daß Chlorwasser, welches man durch Einleiten von Chlorgas in Wasser erhält, im Dunkeln aufbewahrt werden muß, weil dasselbe sich im direkten Tageslichte zersetzt, indem das Chlor im Wesentlichen auf Wasser so einwirkt, daß Sauerstoff unter Bildung von Salzsäure abgeschieden wird nach der Formel $Cl_2 + H_2O = 2\,ClH + O$. Diese Erscheinung tritt schon auf, wenn sich Chlor und Wasser treffen und wird wesentlich außer dem Sonnenlichte noch unterstützt durch Anwesenheit von Körpern, welche leicht oxydirbar sind. Man ist aus derselben daher wohl zu der Folgerung berechtigt, daß die Bleichung mit Chlor ein Oxydationsprozeß ist und daß

das zur Wirkung gelangende Oxydationsmittel derjenige Sauerstoff ist, welcher bei Anwesenheit von Chlor durch Zersetzung des Wassers unter gleichzeitiger Bildung von Salzsäure frei wird.

Unterstützung findet diese Annahme noch weiter durch die Thatsache, daß vollkommen trockenes Chlorgas nur eine kaum merkliche Einwirkung auf organische Farbstoffe äußert, sowie dadurch, daß die in Betracht kommenden Farbstoffe große Neigung haben, sich mit Sauerstoff zu verbinden und insbesondere durch die bereits oben erwähnte Wahrnehmung, daß die Wirkung des Sauerstoffes im Entstehungszustande (status nascendi) viel energischer ist, als im bereits fertigen Zustande — (wahrscheinlich deshalb, weil die Sauerstoffatome sich noch nicht zu Molekülen gruppirt haben) — und unter Umständen gebildet wird, welche der Entstehung von Ozon, dieses besonders kräftig wirkenden Oxydationsmittels, außerordentlich günstig ist.

Zugleich folgt aus dieser Annahme, daß die Chlorbleiche mit der Rasenbleiche sowohl in dem Vorgange, als dem Erfolge vollkommen übereinstimmt, indem beide Prozesse Oxydationsprozesse sind. Ein Unterschied liegt nur darin, daß die Chlorbleiche wegen der stärkeren Ozonbildung die Farben schneller zerstört und zugleich Salzsäure bildet, welche für die Fasern verhängnißvoll werden könnte, wenn sie konzentrirt wäre.

Wenn demnach nicht bezweifelt werden kann, daß die Bleichung vegetabilischer Stoffe durch Oxydation und zwar am kräftigsten durch Ozon oder Sauerstoff im Entstehungszustande erfolgt, so muß jedes Mittel, welches im Stande ist, unter den passenden Umständen Sauerstoff abzugeben, oder Sauerstoff beziehungsweise Ozon zu entwickeln, bleichend wirken und mit dieser Erkenntniß die Zahl der Bleichmittel erweitert werden können.

Zur Abgabe von Sauerstoff kommen zunächst daher die hoch oxydirten Körper in Betracht, welche sämmtlich energische Oxydationsmittel sind und von denen hier einige für den vorliegenden Zweck besprochen werden mögen.

2. Wasserstoffsuperoxyd (H_2O_2). — Dasselbe wird aus Baryumsuperoxyd gewonnen, welches man durch Erhitzen von Baryumoxyd in einem kohlensäurefreien Luftstrome oder dadurch herstellt, daß man ein Gemenge von kohlensaurem Baryt und Kohle im Flammofen stark glüht und die Masse darauf bis zum Verbrennen des Kohlenstoffes in reinem Sauerstoffe auf mäßige Rothglut erhitzt. Man löst dasselbe dann in verdünnter Salzsäure bis diese fast neutralisirt ist, kühlt ab, filtrirt, fügt etwas Barytwasser hinzu, filtrirt wieder und mischt nun mit einem Ueberschusse von Barytwasser. Das hierdurch ausgeschiedene Baryumsuperoxydhydrat wird mit schwachem Barytwasser ausgewaschen und in eine kalte Mischung von 1 Thl. konzentrirter Schwefelsäure und 5 Thln. Wasser eingetragen, bis diese nahezu neutralisirt ist. Nach Absetzen des schwefelsauren Baryts, Neutralisirung mit Barytwasser und weiterem Absetzen gießt man die aus verdünntem Wasserstoffsuperoxyd bestehende Flüssigkeit ab, aus welcher man das Wasser durch Ausfrieren entfernen kann. — Das Wasserstoffsuperoxyd bildet eine farblose, etwas dickliche Flüssigkeit, welche in hohem Grade oxydirend wirkt, indem sie leicht in Wasser und Sauerstoff zerfällt, $H_2O_2 = H_2O + O$. — Da das

Wasserstoffsuperoxyd bei dieser Zersetzung nur Wasser, also keine schädlichen Zersetzungsprodukte bildet, so gäbe es unter allen Umständen das vorzüglichste Hadernbleichmittel ab, wenn seine Herstellung für diesen Zweck nicht zu kostspielig wäre (Dingler's pol. Journ. **244**, 446; **253**, 304).

3. Barynmsuperoxyd (BaO_2). Da diese hoch oxydirte Verbindung, namentlich bei Gegenwart von Alkalisilikaten, Sauerstoff abgiebt, so ist von Jacobsen (Dingler's pol. Journ. **247**, 516) vorgeschlagen, sie als Bleichmittel in der Weise zu verwenden, daß man 1 Thl. BaO_2 mit 1 Thl. trockenem Natronwasserglas und 100 Thln. Wasser mischt.

4. Kalziumsuperoxydhydrat ($CaO_2 + 8H_2O$). Diese Verbindung wirkt wie die vorhergehende unter Abgabe von Sauerstoff, von dem sie 7,4 Proz. mehr enthält als die entsprechende Menge von Kalk und Wasser.

5. Aluminiumhypochlorit ($AlCl_3O_3$). Dieses Präparat soll nach Orioli lediglich durch Entwickelung von Ozon bleichend wirken, indem Chloraluminium entsteht nach der Formel $AlCl_3O_3 = AlCl_3 + 3O$.

6. Kalium- oder Natriumsupermanganat, $2(MnO_4K)$. Diese auch übermangansaures Kali oder Natron genannte Salze werden für Bleichzwecke in Wasser gelöst und unter die zu bleichende Masse gebracht, der man zugleich etwas schwefelsaure Magnesia zusetzt. Sie geben Sauerstoff ab und werden zu Manganoxyd, unter Abscheidung von Kalihydrat, reduzirt nach der Formel:

$$2(MnO_4K) + H_2O = Mn_2O_3 + 2KHO + 4O.$$

Das sich auf die Fasern setzende braune Manganoxyd wird dann durch verdünnte Schwefelsäure oder schweflige Säure hinweggenommen, wobei noch einmal O abgegeben wird:

$$Mn_2O_3 + 2H_2SO_4 = 2MnSO_4 + 2H_2O + O$$

durch Reduktion zu MnO.

Nach Thomas (Dingler's pol. Journ. **247**, 476) verwendet man zum Auswaschen Borax in einer mit schwefliger Säure gesättigten Lösung.

7. Chromsaures Kali ($K_2Cr_2O_7$). Dieses Salz giebt bei Gegenwart von Schwefelsäure Sauerstoff.

8. Chlorsaures Kali ($KClO_3$). In Wasser gelöst, mit Salzsäure zusammengebracht, entwickelt sich Chlor als Oxydationsmittel.

Diese aufgezählten Oxydationsmittel sind für das Hadernbleichen aus naheliegenden Gründen, gegenwärtig wenigstens, namentlich ihrer theuren und umständlichen Herstellung wegen, nicht anwendbar, weil die Kosten der Bleiche die des Chlors ganz erheblich überschreiten würden, da man (Dingler's pol. Journ. **249**, 127) etwa annehmen kann, daß, wenn

Chlorkalk	1,0	kostet
Chlorsaures Kali	1,5	„
Uebermangansaures Kali	2,5	„
Chromsaures Kali	5,0	„
Barymsuperoxyd	28,0	„
Wasserstoffsuperoxyd	75,0	„

9. Elektrizität. Seitdem man die Ueberzeugung gewonnen hat, daß das Ozon beim Bleichen eine bedeutungsvolle Rolle spielt, ist auch die Elektrizität als Ozonerreger, aber bis jetzt ohne Erfolg, in Vorschlag gebracht, denn das neueste hierauf gegründete Verfahren von Naudin und Schneider in Frankreich ist noch nicht erprobt (Wagner's Jahresber. 1882, 978).

B. Bleichmethoden.

Von allen Mitteln, welche in der Papierfabrikation zum Bleichen Verwendung finden, ist vorläufig das Chlor das wichtigste und allgemein gebräuchlichste.

Da das Chlor ein unter gewöhnlichen Verhältnissen gasförmiges Element ist, welches erst bei einem Drucke von vier Atmosphären flüssig, aber von Wasser begierig unter Bildung von Chlorwasser verschluckt wird und mit einer Reihe von Körpern feste Verbindungen bildet, aus welchen es sich leicht abscheiden läßt, so giebt es drei Anwendungsformen:

1. Das Bleichen mit Chlorgas,
2. „ „ „ Chlorwasser,
3. „ „ „ Chlorverbindungen.

1. Chlorgasbleiche.

a. Chlordarstellung.

Die Gasbleiche (blanchiment par le chlore gazeux, *gas-bleaching*) hat das Eigenthümliche, daß sie das Chlor unmittelbar mit den Hadern zusammen und zur Wirkung bringt. Sie bedarf daher zu ihrer Ausführung zunächst der Entwickelung von Chlor und verlangt außerdem besondere Vorrichtungen, welche eine direkte Einwirkung unter bestimmten Umständen sichern.

Wenn zwar das Chlor in der Natur, besonders im Mineralreiche, in Verbindungen außerordentlich viel vorkommt, so ist für seine Gewinnung in technischen Betrieben doch ausschließlich das Chlornatrium (Kochsalz) oder Chlorkalium, namentlich das erstere in Gebrauch, weil es sich daraus nicht nur sehr leicht, sondern auch sehr rein herstellen läßt. Bei seiner Darstellung aus diesen Verbindungen schlägt man übrigens immer einen Umweg ein, indem man erst die leicht spaltbare Salzsäure (Chlorwasserstoffsäure, HCl) bildet und aus dieser durch Einwirkung von Sauerstoff, also unter Bildung von Wasser, Chlor ausscheidet.

Hierbei kann man nun zwei Wege wählen, je nachdem man fertige Salzsäure benutzt, oder aus Chlornatrium Salzsäure entwickelt und diese sofort bei der Entstehung zerlegt.

Beide Methoden finden je nach örtlichen Verhältnissen Anwendung, wenn auch unter sonst gleichen Umständen die erstere den Vorzug verdient.

Zur Entwickelung des freien Chlors aus Salzsäure giebt es verschiedene Wege; allein allen Vorschlägen gegenüber hat jene Gewinnung hier ausschließlich die Oberhand behalten, bei welcher die Zersetzung durch Braunstein (Mangansuperoxyd, MnO_2) vorgenommen wird nach der Gleichung:

$$MnO_2 + 4HCl = MnCl_2 + 2H_2O + 2Cl.$$

Aus dem Gemische von Mangansuperoxyd und Salzsäure bildet sich also Manganchlorür, Wasser und Chlor. Da nun das Mangansuperoxyd im reinen Zustande aus 27,6 Gewthln. Mangan und 16 Gewthln. Sauerstoff und die Salzsäure aus 35,5 Chlor und 1 Wasserstoff besteht, andererseits 27,6 Gewthle. Mangan zur Bildung von Manganchlorür 35,5 Gewthle. Chlor nöthig haben und sich 16 Sauerstoff mit 2 Wasserstoff zu 18 Wasser verbinden, so läßt sich der Chlorbildungsprozeß auch folgendermaßen übersehen:

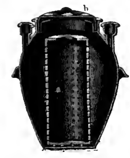
$$\left.\begin{matrix}27{,}6 \text{ Mangan} \\ 16{,}0 \text{ Sauerstoff}\end{matrix}\right\} = 43{,}6 \text{ Mangansuperoxyd} + \begin{matrix}2{,}0 \text{ Wasserstoff} \\ 35{,}5 \text{ Chlor} \\ 35{,}5 \text{ Chlor}\end{matrix}\left.\vphantom{\begin{matrix}a\\b\\c\end{matrix}}\right\} = 73 \text{ Chlorwasserstoff}$$

geben:

$$\left.\begin{matrix}27{,}6 \text{ Mangan} \\ 35{,}5 \text{ Chlor}\end{matrix}\right\} = 63{,}1 \text{ Manganchlorür} + \left.\begin{matrix}16 \text{ Sauerstoff} \\ 2 \text{ Wasserstoff}\end{matrix}\right\} 18 \text{ Wasser} + 35{,}5 \text{ Chlor}.$$

Wegen der großen Verwandtschaft, welche das Chlor zu allen Metallen hat, dürfen die Gefäße, in welchen die Chlorentwickelung stattfindet, nicht aus Metall sein, wenn sie nicht zu schnell zerstört werden sollen. Für die Ausführung dieses Prozesses in Papierfabriken ist daher besonders ein Chlorentwickeler zu empfehlen, der von Pattinson zur Erzeugung von Bleichflüssigkeiten angegeben und in Fig. 43 abgebildet ist. Derselbe ist aus Steinzeug angefertigt und besteht aus einem äußeren birnförmigen Gefäße, in welchem ein mit Löchern versehener Einsatz *a* steht, der zur Aufnahme des Braunsteines dient und von Salzsäure umgeben ist, die durch ein *S*-förmiges Glasrohr einfließt, das in eine der beiden Tubulaturen eingesteckt wird, wovon die andere zur Abführung des Chlors dient. Ein bei *b* angebrachter Deckel verschließt die obere Einsatzöffnung und wird während des Gebrauches mit einem Kitte aus Thon und Theer verschmiert.

Fig. 43.



Der für die Aufnahme des Braunsteines bestimmte Korb ist so groß, daß derselbe etwa 50 kg Braunstein in erbsengroßen Stücken aufnehmen kann. Vor dem Einsetzen wird, je nach der Menge des zu erzeugenden Chlors, mehr oder weniger Salzsäure eingegossen. Die Erwärmung dieses Entwickelers erfolgt im Wasserbade, das entweder in einem mit Wasser gefüllten Zement-, Holz- oder Steinbehälter, oder auch in einem gußeisernen Kessel bestehen kann. Die ersteren werden mit Dampf, der letztere, wie ein Waschkessel eingemauert, direkt

auf offenem Feuer erwärmt und, um die Wärme des Bades über die Kochhitze des Wassers zu bringen, mit einer Salzlösung (Chlorkalzium) gefüllt. Diese kleinen Apparate werden nach dem Gebrauche durch einen Bleiheber von der Manganchlorürlauge entleert und wiederholt mit Salzsäure beschickt, bis eine neue Füllung mit Braunstein erforderlich ist.

Bei der Darstellung des Chlors aus Mangansuperoxyd und Salzsäure wird, wie die obige Rechnung erweist, nur die Hälfte des Chlors frei, weil die andere Hälfte sich mit dem Mangan verbindet. Um nun auch die andere Hälfte des Chlors zu befreien, hat man nur nöthig, eine entsprechende Menge Schwefelsäure zuzusetzen, damit sich statt Manganchlorür schwefelsaures Manganoxydul bildet. Der Vorgang stellt sich hierbei folgendermaßen dar:

$$MnO_2 + 2HCl + H_2SO_4 = MnSO_4 + 2H_2O + Cl_2.$$

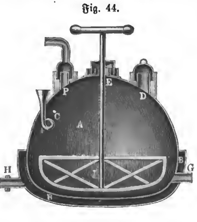
Weil aber die zur Zersetzung erforderliche Menge Schwefelsäure mehr kostet, als die verbrauchte Salzsäure, so wird diese Methode nur selten Anwendung finden.

Dasselbe ist der Fall bei der Chlorgewinnung aus Kochsalz, Schwefelsäure und Mangansuperoxyd, seitdem die Salzsäure als Nebenprodukt der Sodafabrikation so leicht und billig zu haben ist. Da sie jedoch unter gewissen Verhältnissen noch Verwendung finden kann, so mag hier erwähnt werden, daß die Chlorentwickelung hierbei nach der Gleichung stattfindet:

$$MnO_2 + 2NaCl + 3SO_4H_2 = MnSO_4 + 2NaHSO_4 + 2H_2O + 2Cl.$$

Theoretisch würde $2SO_4H_2$ genügen, allein man würde nur die Hälfte Chlor frei machen, wenn man nicht eine Erwärmung auf mindestens 120° anwenden will. Zur Entwickelung werden vielfach bleierne Kessel mit Dampfheizung benutzt. Dieselben bestehen (Fig. 44) aus der blasenförmigen Retorte *A*, welche mit einem eisernen Dampfmantel *BB* umgeben ist, dem durch das Rohr *H* Dampf zugeführt wird, um die Retorte gehörig zu erwärmen. Diese besitzt dann bei *D* eine Oeffnung mit Wasserverschluß zum Einfüllen des Braunsteines und des Kochsalzes, bei *C* ein Trichterrohr für die Schwefelsäure, bei *P* eine Oeffnung für das Chlorableitungsrohr. Zur Vermischung und zum Durchrühren dient ferner der Rührapparat *J*, welcher an der, bei dem Verschlusse *E* aus der Retorte tretenden, vertikalen Achse sitzt, die von Zeit zu Zeit durch einen Handgriff gedreht wird, erst vor dem Eingießen der Schwefelsäure, dann wenn die Entwickelung nachläßt. Sämmtliche Oeffnungen werden durch Wasserverschlüsse gedichtet, deren Wasserraum so hoch gemacht wird, daß der im Inneren der Blase entstehende Druck das Wasser nicht austreibt. Um den

Fig. 44.



Inhalt der Retorte nach dem Austreiben des Chlors bequem ablassen zu können, ist bei *G* noch ein Rohrstutz angebracht, der während der Operation mit einem gedichteten Blei- oder Porzellanpfropfen verschlossen gehalten wird.

Die obigen Mengenverhältnisse unterliegen in Wirklichkeit großen Abweichungen, je nach der Reinheit des Braunsteines und der Stärke der Säure, weshalb zur genauen Bestimmung derselben sowohl der Braunstein als die Säuren zu prüfen sind. In dem hier vorliegenden, verhältnißmäßig seltenen Falle der Chlorerzeugung kann man sich gewöhnlich nach Mittelwerthen richten und danach auf 1 Thl. Braunstein 3 Thle. gewöhnliche Salzsäure, oder auf 1 Thl. Braunstein 1 Thl. Kochsalz und $2^1/_2$ Thle. englische Schwefelsäure nehmen.

b. Halbstoffentwässerung.

Wenn das Chlorgas in vortheilhafter Weise zum Bleichen des Halbstoffes benutzt werden soll, so ist dazu erforderlich, daß man den letzteren in vollständig verschlossenen Räumen, in möglichst großer Vertheilung, d. h. in dünnen Lagen und aus erwähnten Gründen mit einem gewissen Wassergehalte der Einwirkung des Chlors aussetzt.

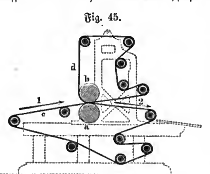
Bezüglich des Wassergehaltes ist zu erwähnen, daß derselbe nicht größer sein soll, als gerade ausreicht, um die genügende Sauerstoffmenge abgeben zu können, weil ein größeres Wasserquantum nur zur Bildung von Chlorwasser und zum Verluste an Chlor Veranlassung geben würde. Der passende Gehalt an Wasser beträgt etwa 80 Proz., d. h. in 100 Thln. Halbstoff sollen 80 Thle. Wasser vorhanden sein. Dieser Zustand ist daran zu erkennen, daß ein Stoffklumpen in der Hand zusammengedrückt, Wasser nicht mehr entläßt. Da nun der fertig gemahlene Halbstoff sich in einem breiartigen Zustande befindet, so ist also zunächst mit demselben eine Entwässerung (égouttage, *draining*) vorzunehmen. Hierzu kann man sich verschiedener Mittel bedienen, je nachdem man das Wasser nur durch sein eigenes Gewicht, oder durch Pressen, oder durch lebendige Kraft entfernt.

Im ersten Falle ist nichts weiter erforderlich, als die Stoffmasse aus dem Holländer in Gefäße abzulassen, deren Wände und Böden das Wasser durchlassen und so einen Filtrationsprozeß vollziehen. Man nimmt dazu am besten aus Filtrir- oder Abtropfsteinen aufgebaute geräumige Behälter oder einfache Holzgefäße, deren Wände mit einer großen Anzahl Löcher versehen und inwendig zum Schutze gegen Verlust an Fasern mit einem Messingdrahtgewebe überzogen sind. Durch Rinnen wird diesen Abtropfkästen der Stoff zugeführt und dieser so lange darin gelassen, bis kein Wasser mehr abläuft. Da hierzu mitunter mehrere Tage Zeit, sowie eine große Anzahl Kästen erforderlich, trotzdem aber keine genügende Entwässerung möglich ist, und da außerdem eine solche Einrichtung viel Bedienung und Kosten erheischt und sehr ungleich entwässerte Partien liefert, so ist leicht begreiflich, daß sie kaum noch angewendet wird.

Die zweite Methode beruht auf der Entfernung des Wassers durch Ausdrücken, und zwar kann man hier unterscheiden das Ausdrücken in Pressen oder zwischen Walzen. — Zum Zwecke des Pressens läßt man den Stoff in einen mit gelochtem Kupferbleche ausgeschlagenen Bottich ab, in dem sich ein Kolben vermittelst einer Schraube, eines Hebels oder einer hydraulischen Vorrichtung so lange niederbewegt, bis eine gehörige Entwässerung eingetreten ist. Im ausgepreßten Zustande bildet diese Masse aber einen festen Kuchen, der zum Zwecke der Bleiche wieder aus einander gezupft werden muß, wozu mitunter sogar ein Wolf zu Hülfe zu nehmen ist. Wegen der Umständlichkeit im Betriebe ist daher diese Methode wohl überall um so mehr verlassen, als auch bei ihr immer mehrere Pressen in Thätigkeit sind, die nicht unerheblichen Raum beanspruchen. — In neuester Zeit sind behufs des Auspressens auch die in vielen Industriezweigen mit Nutzen eingeführten sogenannten Filterpressen in Vorschlag gebracht, aber wohl kaum aus dem Stadium des Versuches herausgetreten.

Was das Auspressen des Halbstoffes zwischen Walzen anbetrifft, so ist dazu zu bemerken, daß dasselbe manche Vortheile bietet, indem die Walzenpressen eine recht gleichmäßige Pressung ermöglichen und den Stoff in einer für die Gasbleiche sehr geeigneten Plattenform abliefern. Allein diese Art von Presse, deren Hauptbestandtheil nach nebenstehender Skizze, Fig. 45, ein horizontales Walzenpaar *a b* bildet, durch welches ein mit Stoff beschicktes Tuch ohne Ende *c* und ein zweites Tuch ohne Ende *d* läuft, verlangt eine Vorentwässerung des Stoffes und demnach entweder Abtropfkästen oder Apparate, welche im Prinzipe einer Papiermaschine gleichen und daher umständlich und theuer werden, wenn ihre Leistung eine genügende sein soll. Man wendet solche Walzenpressen daher wohl nur da an, wo man den Stoff zum Zwecke des Versendens stark von Wasser befreien will. (Siehe Weiteres und die Beschreibung einer vollständigen Walzenpresse unter Holzstoff.)

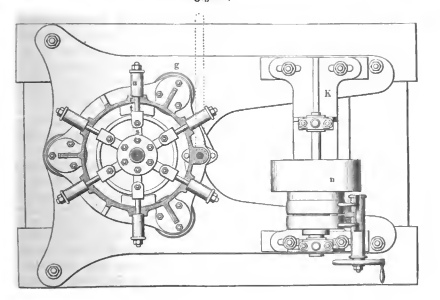
Fig. 45.



Schon bei den Holländern wurde S. 110 aus einander gesetzt, wie die gemahlene Hadernmasse durch Anschleudern an die Waschscheiben ihr Wasser abgiebt und stark entwässert in den Holländertrog zurückfällt und damit zugleich ein Entwässerungsprinzip erläutert, das in einfachster und daher höchst zweckmäßiger Weise für die in Rede stehende Aufgabe in Anwendung gekommen ist und zwar durch Einführung der sogenannten Zentrifugen oder Schleudertrockenmaschinen (essoreuse, égoutteuse à force centrifuge; *extractor, centrifugal drainer*), in welchen die Zentrifugalkraft benutzt wird, um das Wasser durch Ausschleudern aus dem Stoffe zu treiben. Dem Wesen nach besteht eine solche Maschine aus einer zylindrischen, mit feinen Löchern versehenen Trommel, welche sich mit gehöriger Geschwindigkeit um eine vertikale Achse dreht,

Fig. 46.

Fig. 47.



daher den eingetragenen flüssigen Stoff veranlaßt, sich durch Aufsteigen an der Wand über diese beinahe gleichmäßig zu vertheilen, sowie von dem durch die Löcher des Zylinders nach außen fliegenden Wasser zu trennen. Es bildet sich dabei eine mehr oder weniger dicke Lage von entwässertem Halbstoffe, welche genügende Festigkeit besitzt, um zusammenhängend aus der Schleudertrommel herausgenommen werden zu können, nachdem man sie mit einem stumpfen Haken längs der Trommelwand von unten nach oben aufgerissen hat.

Die Anordnung einer Zentrifuge, welche sich für die Entwässerung des Papierzeuges sehr gut eignet, geht aus den Fig. 46 und 47 (a. v. S.) hervor. Das Wesentliche derselben ist der sogenannte Korb *a*, welcher aus fein durchlöchertem Kupferbleche oder feinem Messingdrahtgewebe hergestellt ist, das durch ein gröberes Drahtgeflechte die gehörige Festigkeit erhält. Dieser Korb ist vermittelst des Kegelstückes *c* an der vertikalen Welle *b* befestigt, welche bei *m* eine Riementrommel trägt, um durch Riemen von den in *K* gelagerten Riemenscheiben *n* in Rotation versetzt zu werden. Da diese mit großer Geschwindigkeit vor sich geht, so muß für eine sehr sichere, aber etwas nachgiebige Lagerung der Spindel *b* gesorgt werden. Dieselbe ruht daher zunächst mit einem Fußzapfen *h* in einem Kugellager, das Schwankungen der Achse zuläßt, und dann in einem eigenthümlichen Ringlager bei *r*. Wie die Grundrißfigur erkennen läßt, ist der um die Achse sitzende Ring durch Gelenke *s* mit den eisernen Stäben *t* verbunden, welche durch den auf den drei Säulen *gg* ruhenden Mantel *r* gehen und außerhalb des Mantels mit Kautschukpuffern *u* versehen sind. Auch diese erlauben gewisse nothwendige Abweichungen von der Vertikalen mit dem Bestreben, die Achse stets wieder zu zentriren. Zum Auffangen des ausgeschleuderten Wassers ist in passender Entfernung von dem Korbe *a* ein Blechzylinder *e* angebracht, der mit dem Mantel *r* fest verbunden ist. Durch die Rinne *f* läuft das Wasser ab. Zur Verhinderung des Abfliegens des Kegels *c* dient die Schraube *d*, deren Oese zugleich zum Ausheben der Trommel mit der Achse bestimmt ist. Bezüglich der weiteren Einrichtung ist zu bemerken, daß man dem Korbe eine Höhe von etwa 50 cm und einen Durchmesser geben soll, der zwischen 66 und 100 cm liegt und 1 m nicht überschreitet, vielmehr im Mittel 75 cm beträgt. Die Zahl der Umdrehungen kann durchschnittlich auf 1000 in der Minute angenommen werden. Rechnet man dann den Durchmesser zu 0,75 m, so ergiebt das eine Umfangsgeschwindigkeit von nahezu 40 m in der Sekunde, eine Geschwindigkeit, die vollkommen ausreicht, um genügende Entwässerung zu bewerkstelligen.

Der Betrieb der Zentrifugen kann in dreierlei Weise stattfinden, indem man entweder die ganze Menge des zu entwässernden Stoffes auf einmal in die Trommel laufen läßt, bevor sie in Bewegung gesetzt wird oder, bei zunächst langsamem Gange der Trommel den Stoff nach und nach unter einer Zunahme der Trommelgeschwindigkeit eingießt oder, indem man erst einen Theil in die Trommel bringt, dann diese in Bewegung setzt und nun Stoff allmählich nachfließen läßt. Die zweckmäßigste Art des Betriebes mag wohl die sein, daß man die Zentrifuge zuerst mit einem Theile des Stoffes versieht, dann allmählich in Umlauf setzt, nun noch so viel Stoff nachlaufen läßt, als einer Füllung entspricht

und dann kurz nachdem die Trommel die Maximalgeschwindigkeit erreicht hat, dieselbe durch die stets nothwendige Bremse und Riemenverrückung nach und nach zum Stillstande bringt. Die ganze Entwässerung, einschließlich der Füllung und Entleerung, nimmt nur etwa 5 bis 7 Minuten in Anspruch. Da ferner die Zentrifuge wenig Bedienung und Raum in Anspruch nimmt und im Stande ist, mit der Produktion einer größeren Anzahl von Holländern Schritt zu halten, außerdem eine sehr gleichmäßige Entwässerung bewirkt, so muß sie als die beste Entwässerungsmaschine gelten.

c. Bleichkästen.

Die Räume, in welchen das Bleichen mit Chlorgas vor sich gehen soll, sind so einzurichten, daß das Chlorgas schnell und gleichmäßig das Fasermaterial zu durchdringen vermag, ohne schädliche Einwirkungen auf die Wände und andere Theile auch außerhalb derselben auszuüben. Zu dem Zwecke bilden sie, entweder aus Holz, oder Mauerwerk, oder Beton, oder Steinplatten hergestellte Kammern von verschiedener Größe, in der Regel 1,5 m hoch, 1 m tief und 4 m breit und in mehrere (3 bis 4) Abtheilungen getheilt, welche mit Thüren hermetisch verschließbar sind. Im Inneren befinden sich an den Wänden leistenartige Vorsprünge zum Einschieben von Hürden oder durchlöcherten Brettern, auf welchen der Halbstoff in 2 bis 3 cm dicken Schichten ausgebreitet ist. In der hölzernen vorgesetzten Thür, deren Fugen gehörig mit Papierstreifen verklebt sind, werden zweckmäßig kleine Fenster angebracht, die als Schaulöcher dienen und dem Lichte Zutritt in das Innere lassen, um dadurch den Prozeß zu fördern. Da das Chlorgas ein hohes spezifisches Gewicht (2,45) besitzt, so soll der Entwickeler höher stehen als die Bleichkammern und das Gas von oben entweder durch die Decke oder seitwärts angebrachte Oeffnungen in die Bleichkammern eingelassen werden und zwar mittelst Röhren aus Blei oder Thon. Um die etwa aus dem Entwickeler mitgerissene Salzsäure zu verhindern in die Bleichkammern zu gelangen, schaltet man an passenden Stellen in die Röhrenleitung thönerne Gefäße mit Braunsteinstücken ein.

Die Mengen des zur Bleichung erforderlichen Chlors müssen nach dem Zustande der Farbenreinheit bestimmt werden, in welcher sich der zur Bleichung gelangende Halbstoff befindet, und sind demnach so verschieden, daß sich hier nur Andeutungen als Anhaltspunkte eignen. Als solche können aber gelten: für mittelfeine, gut weiß vorgekochte Hadern, auf 100 kg Hadern 5 kg Braunstein und 15 kg Salzsäure; für grobe Hadern, auf 100 kg Hadern 7 kg Braunstein und 21 kg Salzsäure. Hiernach würde z. B. für Nr. 1 der Hadernskala genügen, auf 100 kg Hadern 3 kg Braunstein und 9 kg Salzsäure, während Nr. 7 auf dieselbe Hadernmenge 7 kg Braunstein und 21 kg Salzsäure fordert.

Der Betrieb der Gasbleiche richtet sich natürlich in erster Linie nach der Beschaffenheit der in Arbeit genommenen Hadern, findet aber gewöhnlich in der Weise statt, daß man nach Füllung und Verschluß der Kammern den Chlorentwickeler mit den Ingredienzien beschickt und ohne Erwärmung etwa eine Stunde wirken läßt.

Dann erfolgt langsam eine Erwärmung auf etwa 40°; nach zwei bis drei Stunden steigert man dieselbe allmählich auf 100°, so daß im Verlaufe von sechs bis sieben Stunden das Chlor vollständig ausgetrieben ist. Nachdem der Apparat erkaltet, stellt man ihn ab, läßt aber das Chlor, je nachdem eine gelinde oder starke Bleichung erfolgen soll, noch 12 bis 36 Stunden mit dem Stoffe in Berührung. Nach dieser Zeit, während welcher durch kleine Oeffnungen in den Kammerthüren Probe gezogen wird, entfernt man das in den Kammern noch vorhandene Chlor, indem man diese mit einem Ventilator, Schornsteine und dergleichen in Verbindung setzt.

Vielfach hat man im Laufe der Zeit die Wahrnehmung gemacht, daß bei der Gasbleiche eine bedeutende Menge Fasern in Verlust geht und über die Ursache sehr verschiedene Ansichten ausgesprochen, obwohl es nahe lag, diesen Verlust direkt auf die Einwirkung des Chlors oder der gebildeten Salzsäure zurückzuführen. — Mehr Licht haben in diese Frage die Untersuchungen gebracht, welche von Girard in Paris angestellt und in einem Werkchen „Memoire sur l'hydrocellulose et ses dérivés" veröffentlicht hat. Hiernach verwandelt sich der Zellstoff, welcher aus $C_6H_{10}O_5$ besteht, durch Aufnahme von 2 Atomen Wasserstoff und 1 Atom Sauerstoff in Traubenzucker (Glukose) von der Zusammensetzung $C_6H_{12}O_6$, und zwar erfolgt diese Umwandlung sowohl bei Gegenwart von Säuren, insbesondere Mineralsäuren, als auch Alkalien. Ferner fand Girard, daß bei dieser Umwandlung eine Zwischenstufe von der Zusammensetzung $C_{12}H_{22}O_{11}$ auftritt, welche äußerlich noch das Ansehen der Zellulose besitzt, in der Beschaffenheit aber sehr davon abweicht, indem die geschmeidige biegsame Faser spröde und leicht zerreiblich geworden ist und daher bei den mechanischen Operationen gepulvert und weggebracht wird. Diese Zwischenstufe, welche Hydrozellulose heißt, entsteht schon bei Anwesenheit von geringen Säuremengen, wenn diese längere Zeit einwirken, und so ist es denn wohl erklärlich, daß bei der Gasbleiche in Folge der Bildung von Salzsäure Hydrozellulose und selbst Glukose entsteht und dieser Prozeß den Verlust herbeiführt, was um so bemerkenswerther ist, als die Salzsäure ungemein schwer von den Fasern entfernt werden kann. Stärkere Säuren beschleunigen diesen Vorgang so z. B., daß gewöhnliche Salzsäure von 21° B. in 24 Stunden die Zellulose in Hydrozellulose umwandeln also für die Zwecke der Papierfabrikation vernichten kann. Um diesen Verlust zu vermeiden, ist vor Allem die Bleichzeit auf das möglichst geringste Maß zu beschränken und dann die, natürlich an der Bildung nicht zu verhindernde Salzsäure nachher gründlich durch Waschen zu entfernen.

Diese mit vielem Faserverluste verbundenen Uebelstände, sowie der sehr umständliche, auch für die Gesundheit äußerst bedenkliche Betrieb, der sich nebenbei noch durch große Unsicherheit im Erfolge auszeichnet, machen die Gasbleiche im Allgemeinen wenig empfehlenswerth und nur noch nützlich bei solchem Stoffe, der dem Bleichen einen hartnäckigen Widerstand entgegensetzt, also bei Stoff aus groben ungebleichten Hadern.

2. Chlorwasserbleiche.

Es ist schon oben angedeutet, daß Chlor von Wasser absorbirt wird und dadurch das als Bleichmittel verwendbare Chlorwasser liefert. Die Menge Chlor, welche das Wasser löst, richtet sich in erster Linie nach der Temperatur des Wassers und dann nach dem Drucke, unter welchem die Absorption vor sich geht. Unter gewöhnlichem Atmosphärendrucke wird nun nach Schönfeld von 1 Vol. Wasser absorbirt:

bei 10° C.	: 2,58	Vol.	Chlor,	bei 22° C.	: 2,07	Vol.	Chlor.
„ 11	: 2,54	„	„	„ 24	: 1,99	„	„
„ 12	: 2,49	„	„	„ 26	: 1,90	„	„
„ 14	: 2,41	„	„	„ 28	: 1,82	„	„
„ 16	: 2,32	„	„	„ 30	: 1,74	„	„
„ 18	: 2,24	„	„	„ 32	: 1,67	„	„
„ 20	: 2,15	„	„	„ 34	: 1,59	„	„

Da bei Temperaturen unter 10° ebenfalls das Aufnahmevermögen abnimmt, so daß bei 1° nur 1,43 Vol. Chlor verschluckt und bei 0° sogar das Chlor aus gesättigtem Chlorwasser als Chlorhydrat in krystallinischer Form sich ausscheidet, so folgt daraus, daß die Herstellung und die Verwendung des Chlorwassers ökonomisch nur bei einer Temperatur von 10° stattfinden soll. Dadurch wird die Bereitung des Chlorwassers, welche einfach in der Weise vorgenommen wird, daß man das nach einer der oben angeführten Methoden entwickelte Chlor in Wasser leitet, wesentlich erschwert, da es namentlich im Sommer nicht leicht ist das Wasser in der Temperatur von 10° zu erhalten. Wenn man ferner berücksichtigt, daß man zur Vermeidung von Verlust zum Bleichen des Stoffes in Chlorwasser verschließbare Gefäße anwenden muß, in denen die Masse stets zu bewegen ist, so erkennt man leicht, daß diese Bleichmethode vor der Gasbleiche um so weniger Vorzüge besitzt, als zu der Arbeit, welche die Gasbleiche nothwendig macht, noch die zur Darstellung des Chlorwassers hinzu kommt und als außerdem das Chlorwasser sich, besonders bei Lichtzutritt, zum Theil in Salzsäure und Sauerstoff umsetzt. Deshalb ist die anfangs viel angewendete Chlorwasserbleiche wohl gänzlich abgeschafft.

3. Chlorkalkbleiche.

Da das Chlor zu allen Elementen eine große Verwandtschaft besitzt, so existiren sehr viele Chlorverbindungen. Insbesondere werden alle stärkeren basischen Oxyde, wenn sie in Wasser gelöst oder vertheilt sind, durch eingeleitetes Chlorgas zersetzt und zwar entweder unter Bildung eines Chlorides und eines Superoxydes oder eines Chlorides und einer Oxydationsstufe des Chlors. Von diesen Verbindungen haben nun die Oxyde des Chlors wenig Bestand und lassen sich daher sehr leicht in ihre Bestandtheile zerlegen, weshalb sie sich vorzüglich zur

Entwickelung von Chlor eignen. Insbesondere ist es die unterchlorige Säure, welche deshalb zu den kräftigsten Oxydationsmitteln gehört und unter Entwickelung von Chlor Sauerstoffverbindungen hervorbringt. Sie entsteht, wenn man Chlor auf verdünnte kalte Lösungen von Alkalien einwirken läßt, indem sich unterchlorigsaures Salz und Chlormetall bildet. Diese Salzgemische liefern in Berührung mit Säure z. B. mit der Kohlensäure der Luft Chlor. Weil nun auch hier der Bleichprozeß sich durch die Einwirkung von Chlor vollzieht, so erklärt sich die bleichende Wirkung der Gemische von Chlormetallen mit unterchlorigsauren Alkalien, welche demnach auch den Namen Bleichsalze führen.

a. Eigenschaften des Chlorkalkes.

Unter den Bleichsalzen ist dasjenige das wichtigste, welches aus Einleiten von Chlor in Kalk entsteht und den Namen Chlorkalk (chlorure de chaux, *bleaching powder*) führt, weil diese Verbindung am billigsten herzustellen ist und zwar als Nebenprodukt in den Sodafabriken zur Verwerthung der hier gewonnenen großen Mengen von Salzsäure. Weil in dem Chlorkalke für die Zwecke des Bleichens ein außerordentlich handliches Mittel geschaffen ist, das in der Papierfabrikation nicht nur die umständliche und mit vielen Unbequemlichkeiten verbundene Chlorbereitung überflüssig macht, sondern namentlich auch eine viel weniger gefährliche, leicht und sicher zu handhabende Bleichung ermöglicht, so ist es nicht zu verwundern, daß das Bleichen mit Chlorkalk allgemein zur Regel geworden ist und die Gasbleiche mit wenig Ausnahmen vollständig verdrängt hat.

Bezüglich der Gewinnung des Chlorkalkes im Großen, Prüfung der dabei in Betracht kommenden Materialien, muß hier auf das „Handbuch der Sodaindustrie und ihrer Nebenzweige von Professor Dr. G. Lunge“ verwiesen werden. Erwähnt sei nur, daß man zur Chlorkalkerzeugung nach der oben (S. 129) angegebenen Methode in großen Entwickelern Chlorgas aus Braunstein und Salzsäure darstellt und in Kammern leitet, deren Böden mit einer etwa 75 bis 100 mm hohen Schicht von frisch zu Pulver gelöschtem Kalke bedeckt sind, welcher das Chlor absorbirt und so Chlorkalk bildet.

Bei diesem Prozesse entsteht ein chemisches Produkt, über dessen Konstitution sehr verschiedene Meinungen vorhanden sind. Früher wurde allgemein angenommen, daß der Chlorkalk nach folgender Formel gebildet

$$2\,H_2CaO_2 + 2\,Cl_2 = CaCl_2O_2 + CaCl_2 + 2\,H_2O$$

und daher aus unterchlorigsaurem Kalke, Chlorkalzium und Wasser zusammengesetzt sei. — Neuere Untersuchungen, insbesondere die von Lunge und Schäppi (Wagner's Jahresbericht 1881 und 1883), machen viel wahrscheinlicher, daß der Chlorkalk eine Verbindung ist, welche aus $Cl - Ca - OCl$ besteht und angesehen werden kann als eine Verbindung von Kalziumoxyd mit Chlor, von der Formel $CaOCl_2$, welcher wechselnde Mengen von Chlorkalzium, Kalkhydrat und sogar kohlensaurem Kalke beigemengt sind, deren Bildung mit der

Fabrikation zusammenhängt, indem einzelne Theile Kalkhydrat der Einwirkung des Chlors entzogen, einzelne Theile Chlorkalk durch die Kohlensäure der atmosphärischen Luft unter Entwickelung von Chlor zersetzt werden und mit dem Aetzkalke kohlensauren Kalk bilden.

Der Chlorkalk ist ein weißer krümeliger Körper mit einem chlorähnlichen Geruche, der bei Gegenwart von Säuren Chlor abgiebt, übrigens sich auch schon bei Luftabschluß allmählich, bei Luft- und Lichtzutritt schnell zersetzt. Er soll daher stets gehörig vor Luft und Licht geschützt, versandt und aufbewahrt werden, wozu gute dichthaltende Tonnen sich zweckmäßig bewiesen haben. Er darf aus den Fässern genommen, nicht feucht und zusammengeballt sein und an der Luft auch nicht schnell Feuchtigkeit ansaugen, weil das Feuchtwerden das Vorhandensein von wirkungslosem Aetzkalke oder Chlorkalzium und dieses entweder anzeigt, daß der Chlorkalk verdorben (z. B. durch die Kohlensäure der atmosphärischen Luft zum Theile zersetzt) ist, oder einen Nachweis dafür liefert, daß der Chlorkalk durch ungenügende Absorption von Chlor schlecht gerathen war. Selbst bei Luftabschluß aufbewahrt, tritt eine merkliche Schwächung durch Chlorverlust ein, die im Sommer größer, im Winter kleiner, durchschnittlich aber auf 0,6 Proz. monatlich anzunehmen ist und sich nicht nach der Stärke des Chlorkalkes richtet, so daß der Verlust bei 28 proz. Chlorkalke nicht kleiner als bei 38 proz. ist.

Der Chlorkalk bildet, mit wenig Wasser angemacht, unter Erwärmung einen steifen, schlüpfrigen Brei, der sich mit mehr Wasser in eine milchige Flüssigkeit verwandelt. Diese Flüssigkeit enthält die bleichende Substanz nebst Chlorkalzium und Aetzkalk in Lösung und reagirt des letzteren wegen alkalisch. Der nicht gelöste Theil besteht aus Aetzkalk und kohlensaurem Kalke und besitzt keine bleichende Wirkung. Je mehr Chlorkalzium, Aetzkalk und ungelöste Theile vorhanden sind, je schwächer wirkt der Chlorkalk als Bleichmittel. Sein Werth liegt daher ausschließlich in dem Gehalte an frei zu machendem Chlor. — Nach stöchiometrischen Verhältnissen müßte im reinen Chlorkalke, wenn derselbe die oben erwähnte Zusammensetzung $CaOCl_2$ besitzt, 55,8 Proz. Chlor enthalten sein. In Wirklichkeit aber ist dieser Gehalt bedeutend kleiner und sinkt häufig auf mehr als die Hälfte herunter; in der Regel schwankt er zwischen 35 bis 40 Proz.

b. Prüfung des Chlorkalkes.

Jedenfalls ist es demnach von Wichtigkeit, sowohl für die Kontrolle beim Ankaufe, als namentlich zum Zwecke der Mengenbestimmung beim Gebrauche den Gehalt an frei werdendem Chlore zu wissen, also bestimmen zu können.

Am zweckmäßigsten wird die Bestimmung des Chlors in der Weise getroffen, daß man diejenige Menge, welche man durch Säure ꝛc. aus dem Chlorkalke abscheiden oder frei machen kann, in Gewichtsprozenten angiebt, welche sich auf den Chlorkalk beziehen, wie er aus den Fässern genommen wird. Diese Angaben gelten daher auch allgemein, mit Ausnahme Frankreichs, wo die Probe nach Gay-Lussac zuerst und viel in Aufnahme kam, und wo auch jetzt noch die Stärke

des Chlorkalkes nach Graden angegeben wird, worunter man die Anzahl von Litern Chlorgas versteht, welche bei 760 mm Barometerstand und bei einer Temperatur von 0° C. gemessen gedacht, aus 1 kg Chlorkalk entwickelt werden.

Zur Ermittelung des Chlorgehaltes (Chlorometrie) sind mehrere Methoden in Gebrauch und vorgeschlagen. Wegen ihrer Leichtigkeit in der Ausführung und der genügenden Zuverlässigkeit in den Resultaten ist für technische Zwecke am häufigsten die Methode von Wagner in Aufnahme gekommen, weshalb wir uns hier auf die Erläuterung dieser Methode beschränken können.

Bei dieser Prüfung, die ursprünglich von Bunsen angegeben, nachher von R. Wagner vereinfacht wurde, schlägt man den jodometrischen Weg ein, indem man aus einer mit Salzsäure angesäuerten Jodkaliumlösung durch eine Lösung von Chlorkalk Jod ausscheidet und die ausgeschiedene Menge Jod durch unterschwefligsaures Natron bestimmt.

Die Ausführung der Probe wird folgendermaßen vorgenommen. Man löst zuerst 10 g Chlorkalk in 1 Liter Wasser durch Schütteln in einer Schüttelflasche. Von dieser milchigen Chlorkalklösung nimmt man 100 ccm = 1 g Chlorkalk und mischt diese mit 25 ccm einer Lösung von 1 Thl. Jodkalium in 10 Thln. Wasser. Darauf setzt man Salzsäure bis zur sauren Reaktion zu, wodurch eine klare braune Flüssigkeit entsteht. — Nebenbei löst man 24,8 g unterschwefligsaures Natron in 1 Liter Wasser und setzt von dieser Lösung aus einer graduirten Pipette der obigen braunen Lösung so viel zu, bis diese farblos geworden. Da nun 1 ccm der Natronlösung genau 0,00355 g Chlor entspricht, so läßt sich aus dem Verbrauche desselben der Chlorgehalt leicht berechnen, oder von einer vorher ausgerechneten Tabelle ablesen. Die verbrauchten Kubikzentimeter der Natronlösung geben, mit 0,355 multiplizirt, den Gehalt an Chlor in Gewichtsprozenten an. — Aus diesen berechnet man sodann die französischen Grade, indem man sie durch 0,318 dividirt, da 1 Liter Chlorgas 3,18 g wiegt. In nebenstehender Tabelle sind diese Grade nach Gay-Lussac mit der Skala nach Prozenten in für die Praxis ausreichenden Abstufungen zusammengestellt:

Französische Grade	Gewichtsprozente	Französische Grade	Gewichtsprozente
63	20,02	95	30,20
65	20,65	100	31,80
70	22,24	105	33,36
75	23,83	110	34,95
80	25,42	115	36,54
85	27,01	120	38,13
90	28,60	125	39,72

c. Zubereitung des Chlorkalkes.

Um das in dem Chlorkalke vorhandene Chlor zum Zwecke des Bleichens vollständig frei machen und mit den Fasern in möglichst innige Berührung bringen zu können, ist vor Allem eine Auflösung des Chlorkalkes in Wasser vorzunehmen.

Obwohl der lösliche Theil des Chlorkalkes in der 20 fachen Wassermenge sich bei gewöhnlicher Temperatur vollständig löst, so ist doch die Herstellung einer solchen Lösung schwierig, weil die Klümpchen, aus welchen der Chlorkalk besteht, im Inneren dem Wasser schwer zugänglich sind. Aus diesem Grunde muß der Auflösungsprozeß von einem Vorgange begleitet werden, welcher das Aufschließen der Klümpchen bewirkt und mechanischer Natur ist, indem derselbe auf einem Zerdrücken des Chlorkalkes beruht.

Die erste hierzu in Anwendung gebrachte Vorrichtung (Auflöser) bestand in einer hölzernen, mit vielen kleinen 5 mm weiten Löchern versehenen Tonne, welche mit zwei Zapfen versehen war und sich um diese Zapfen vermittelst einer Handkurbel drehen ließ. Das Faß wurde durch eine größere verschließbare Spundöffnung mit Chlorkalk und einigen runden Kieselsteinen gefüllt, bis zur Achse in ein mit Wasser versehenes Gefäß getaucht und gedreht. Indem das Wasser durch die Löcher in das Innere eindrang, brachte es den durch die Steine zerdrückten Kalk allmählich in Lösung.

Da dieser Auflöser weder seinen Zweck gehörig erfüllen noch für größere Mengen brauchbar genannt werden kann, weil die Lösung unvollständig und langsam vor sich geht, so baute man bald mechanisch vollkommenere Auflöser, indem man sich die Mehl- und Kaffeemahlmühlen zum Muster nahm und einen kontinuirlichen Mahlprozeß einführte.

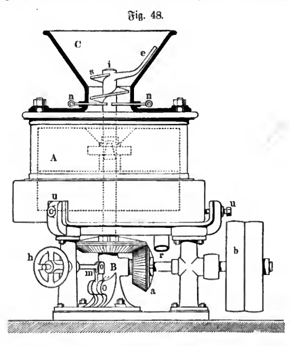
Wenn man hierbei berücksichtigt, daß der Chlorkalk mit wenig Wasser eine schlüpfrige und erst mit der zwei- bis dreifachen Menge Wasser eine dünnflüssige Masse bildet, so begreift man, daß der Chlorkalk am besten durch solche Werkzeuge vertheilt und aufgelöst werden kann, wie sie die liegenden Steine einer gewöhnlichen Mühle darbieten und daß man den nach diesem Prinzipe gebauten Auflösern den Vorzug giebt.

Ein solcher Chlorkalkauflöser neuester Konstruktion aus der Fabrik von Voith in Heidenheim ist in der Fig. 48 (a. f. S.) dargestellt. In dem zylindrischen eisernen Gefäße A befinden sich zwei Mahlsteine von 60 bis 70 cm Durchmesser, wovon der untere festliegt und der obere sich dreht und zwar durch die vertikale Mühlspindel, welche in dem Lager B sich vermittelst der Kegelräder a von der Riemenscheibe b aus in Umdrehung setzt und den oberen Stein durch eine Balanzirhaue trägt. Der Chlorkalk wird zunächst in den Mühlenrumpf C geschüttet und gelangt dann mit zulaufendem Wasser durch den Druck der Schnecke s, welche auf der Spindel i sitzt, die in die Haue eingesteckt ist und somit an der Drehung des Obersteines theilnimmt, in das konisch erweiterte Auge dieses Steines, von hier zwischen die regelrecht gehauenen Mahlflächen der Steine und endlich durch das Rohr r aufgelöst in einen Zementbehälter, um mit einer entsprechenden Menge Wasser vermischt, sich durch Absetzen zu klären. Um den an die Wände des Rumpfes sich anlegenden Chlorkalk stets abzustreifen, ist noch ein Abstreifer e mit der Schneckenspindel i verbunden, und um die zum Mahlen gelangende Menge genau reguliren zu können, sind noch zwei Schieber $n\,n$ erforderlich, welche in der Mitte des Rumpfes zusammenstoßen und nur einen Schlitz als Durchgang lassen, der enger oder weiter gestellt, den letzteren regelt. Das Stellwerk bei m, welches durch das Handrad h in Thätigkeit ge-

bracht wird, hebt oder senkt die Mühlspindel und somit den Läuferstein, während die in Gestellarmen angebrachten Zentrirschrauben *u u* die Maschine zentrisch ein- und feststellen. — Der Läuferstein dieses Auflösers macht etwa 100 Umdrehungen und löst, bei einem Kraftverbrauche von $^1/_2$ Pferdestärke in der Stunde 150 kg Chlorkalk auf.

Die durch den Chlorkalkauflöser hergestellte Flüssigkeit von milchig trüber Beschaffenheit, muß sich vor dem Gebrauche vollständig klären, um zu vermeiden, daß die Verunreinigungen des Chlorkalkes (Sand 2c.) sowie die nicht gelösten Theile mit dem Papierstoffe zusammen kommen, und zu dem Zwecke in Klärbehälter abgelassen werden. Für diese Arbeit legt man terrassenförmig über

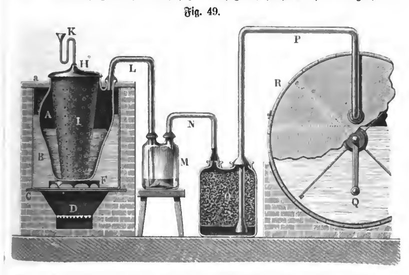
Fig. 48.



einander zwei oder noch besser drei Behälter aus Zement oder Backsteinmauerwerk so an, daß die Kalklösung zunächst direkt von dem Auflöser mit einer passenden, zweckmäßig durch einen Wassermesser abgemessenen Wassermenge in den oberen Behälter läuft. In diesem Behälter läßt man absetzen, bis die Flüssigkeit klar aussieht, worauf sie in den zweiten Behälter (Mischbehälter) abfließt, um hier mit einem zweiten Aufgusse aus dem obersten Behälter gemischt und dann in den unteren Sammel- und Aufbewahrungsbehälter abgelassen zu werden. — Nach dem Ablassen des zweiten Aufgusses aus dem obersten Behälter in den Mischbehälter wird der erstere durch Ausspülen gereinigt und dann die Operation des Auflösens und Mischens nach Bedürfniß wiederholt. — Die Vermittelung zwischen den Behältern erfolgt durch Bleiröhren mit Bleihähnen oder durch Kautschuk-

schläuche; der Abfluß des Spülwassers aus dem obersten Behälter durch einen gemauerten Kanal, der damit durch einen mit Gummipfropfen verschlossenen Bleistutze in Verbindung steht. Die Größe dieser Behälter richtet sich natürlich nach der Ausdehnung der Gesammtanlage. Für gewöhnliche Fälle giebt man dem Aufbewahrungsbehälter eine Höhe von 2 m (wovon etwa 1,5 m unter der Fußbodenfläche) und einen Inhalt von 5000 bis 8000 Liter, dem Mischkasten 1 m Höhe und 2500 Liter Inhalt, dem Auflösebehälter 1,5 m Höhe und 1500 Liter Inhalt. Schüttet man z. B. 100 kg Chlorkalk in den Auflöser und löst das erste Mal mit 1300 und das zweite Mal mit 1200 Litern, so erhält man im Mischkasten 2500 Liter Lösung von 4° B. und etwa 40 g Chlorkalk im Liter. Daraus folgt, daß man sich zweckmäßig auf solche Weise einen größeren

Fig. 49.



Vorrath Bleichflüssigkeit von bestimmter Stärke verschaffen kann, welche abgemessen dem Stoffe zugesetzt wird, wozu entweder Pumpen aus Bleistiefeln mit Ventilen und Kolben aus Kautschuk oder kalibrirte Gefäße dienen, mit welchen die Flüssigkeit ausgeschöpft und in die Bleichapparate getragen wird. — Sämmtliche Behälter erhalten zur Verhinderung der Chlorentweichung gut schließende Decken, am besten steinerne Gewölbe, und Maßlatten zum Abmessen des Inhaltes.

In solchen Fällen, wo das Chlor zum Bleichen mit Chlorkalk in den Papierfabriken selbst erzeugt wird, kann man die Arbeit des Auflösens ersparen, wenn man statt eines festen Chlorkalkes sofort eine Flüssigkeit herstellt, indem man das Chlor von einer Kalkmilch absorbiren läßt, d. h. eine sogenannte Bleichflüssigkeit fabrizirt. Wegen der feinen Vertheilung des Kalkes in der nach S. 62 erzeugten Kalkmilch ist mit dieser Fabrikation noch der besondere Vortheil verbunden, daß kein überschüssiger Kalk in der Masse bleibt, sondern aller Kalk an Chlor gebunden wird. Da es außerdem hierbei nicht schwer ist, die atmosphä-

rische Luft fast ganz abzuhalten, so bildet sich so wenig kohlensaurer Kalk, daß ein Abgießen hiervon gar nicht nothwendig wird. — Zur Darstellung einer solchen Flüssigkeit bedient man sich zweckdienlichst des in der Fig. 49 (a. v. S.) dargestellten Apparates. Man erkennt hier in A den Chlorentwickeler aus Steinzeug mit dem Tonkorbe J zur Aufnahme des Braunsteins, dem Deckel H mit dem Eingußrohre K für die Salzsäure und das Rohr L zum Ableiten des Chlors. Das Gefäß A steht in einer Lösung von Chlorkalzium B auf dem Untersatze F, der auf der Platte C ruht, welche direkt über dem Feuerraume D liegt. Das Chlor wird zuerst durch das in der Flasche M befindliche Wasser gewaschen und dann zur Abgabe der mitgerissenen Salzsäure durch das Rohr N in das mit Braunstein gefüllte Gefäß O und darauf mittelst des Rohres P in das Absorptionsgefäß R geführt, in dem sich die Kalkmilch befindet. Dieses Gefäß kann aus Holz hergestellt werden, welches durch einen Bleiüberzug gegen die Einwirkung des Chlors zu schützen ist. Um die Chloraufnahme zu fördern wird in R ein Rührwerk angebracht, das aus einer hölzernen Welle besteht, an der sich Flügel aus durchlöcherten Guttaperchaplatten befinden. Die mit Pockholzzapfen versehene Welle dreht sich in Lagern aus Hartgummi vermittelst einer Handkurbel Q und vermischt in Folge der Mitdrehung der Flügel das Chlor ununterbrochen mit der Kalkmilch, welche das Chlor unter Temperaturerhöhung aufnimmt. Zur Vermeidung der Bildung von chlorsaurem Kalke ist die Operation zu unterbrechen, bevor aller Kalk gelöst ist. Eine seitwärts angebrachte, durch eine Bleiplatte verschlossene Oeffnung entläßt den Inhalt.

d. Bleichverfahren.

Die Mengen von Chlorkalklösung, welche das Bleichen des Halbstoffes erfordert, sind von denselben Erwägungen abhängig, welche S. 135 für die Chlormengen bei der Chlorgasbleiche erörtert wurden und demnach ebenso wechselnd wie die Beschaffenheit der Hadern. Wenn es deshalb um so weniger angeht bestimmte Mengen zu bezeichnen, weil auch die Art, in welcher das Chlor frei gemacht und ausgenutzt wird, sehr verschieden ist, so kann man doch als Anhaltspunkt festhalten, daß im großen Durchschnitte 1 kg Chlorkalk auf 100 kg Hadern genügt, um den Halbstoff aus feinem weißem Materiale die höchste Weiße zu ertheilen und daß etwa 10 bis 12 kg auf dieselbe Menge nothwendig sind, wenn die groben bunten Hadern verarbeitet werden.

Der eigentliche Bleichprozeß, welcher vor Allem ein Durchtränken der Fasermasse mit der Bleichflüssigkeit verlangt, muß mit der Vermischung dieser beiden flüssigen Massen beginnen, indem diese durch einander gerührt werden. Darauf ist es erforderlich nach und nach das Chlor frei zu machen.

Es ist früher erwähnt, daß bereits ein Entbinden des Chlors eintritt, wenn der Chlorkalk in Wasser gelöst und der Einwirkung der kohlensäurehaltigen Luft ausgesetzt ist. Diese Entwickelung des Chlors erfolgt aber für den in Rede stehenden Prozeß gewöhnlich zu langsam und findet nur dann Anwendung, wenn

die Fasern jeder Gefahr der Zerstörung entzogen werden sollen. In der Regel ist es nothwendig, durch besondere Mittel die Entwickelung zu beschleunigen. Zu diesen Mitteln sind alle diejenigen zu rechnen, welche der Lösung zugesetzt, mit dem Kalke entweder direkt oder indirekt Verbindungen eingehen und dadurch das Chlor abscheiden. In erster Linie stehen hier die Säuren, weil diese sämmtlich direkt mit dem Kalke Verbindungen bilden, welche das Chlor nicht neben sich dulden. Außer den Säuren giebt es dann eine Reihe von Salzen, welche solche Umsetzungen hervorrufen, daß ebenfalls das Chlor ausgetrieben wird.

Die der Masse zugesetzten Säuren geben mit dem Kalke entweder unlösliche beziehungsweise schwer lösliche, oder lösliche beziehungsweise leicht lösliche Salze, d. h. Verbindungen, welche entweder leicht oder schwer durch Waschen fort zu schaffen sind. Legt man daher Gewicht darauf, daß der Kalk vollständig aus der Masse entfernt wird, so muß man lösliche Kalksalze bilden; im anderen Falle hat man die Entstehung unlöslicher Kalksalze nicht zu scheuen. — Benutzt werden in Wirklichkeit wohl nur die Schwefelsäure, Salzsäure und Kohlensäure. Die erstere vereinigt sich unter der Entbindung des sämmtlichen Chlors mit dem Kalke zu unlöslichem, schwefelsaurem Kalke (Gyps), welcher zwar zu seiner vollständigen Entfernung ein lang anhaltendes Waschen verlangt, andererseits aber in geringer Menge den Fasern beigemengt, keine schädlichen Nachwirkungen hat, wenn nur die freie Säure vollständig ausgewaschen oder neutralisirt wird.

Bei der Anwendung von Salzsäure bildet sich das leicht lösliche Chlorkalzium, welches vollständig durch Waschen beseitigt werden kann. Die Salzsäure erscheint daher in erster Linie zu dem in Rede stehenden Zwecke geeignet und wird auch sehr viel benutzt. Allein da dieselbe sich außerordentlich fest an die Faser (S. 136) hängt und schwer vollständig von derselben weggewaschen werden kann, so zieht man im Allgemeinen die Schwefelsäure der Salzsäure vor, weil auch sehr geringe Mengen der letzteren auf einige spätere Prozesse (s. Leimen) von erheblich störendem Einflusse werden und außerdem die Fasern brüchig machen. Da übrigens das letztere auch bei Anwendung der Schwefelsäure eintritt, so folgt daraus, daß man in allen Fällen mit dem Zusatze der Säure vorsichtig sein muß, d. h. daß man sowohl die Menge der Säure vorhergehend sorgfältig zu bestimmen, als auch für ein allmähliches Zumischen in verdünntem Zustande Sorge zu tragen hat. Die zuzusetzende Säuremenge bestimmt sich nach stöchiometrischen Verhältnissen. Nimmt man demnach die oben erwähnte Zusammensetzung des Chlorkalkes, $CaOCl_2$, an, so sind in 100 Thln. Chlorkalk also enthalten: 44,2 Proz. Kalk (31,6 Ca und 12,6 O) und 55,8 Proz. Chlor. Um das Chlor auszutreiben, müßte also hinzugesetzt werden, auf 100 Thle. Chlorkalk etwas mehr Schwefelsäureanhydrid, als Chlor darin enthalten ist, nämlich 64 Thle., da das Molekulargewicht dieser Säure 80 ist. Nun ist aber zu berücksichtigen, daß der Chlorkalk nie die ganze Chlormenge enthalten kann und daß namentlich bei der Aktion des Chlors meistens eine größere Menge von Chlorkalzium gebildet wird, als der Formel $CaOCl_2$ entspricht; dieses Chlorkalzium wird durch Schwefelsäure nicht unter Entwickelung von Chlor zersetzt, die stöchiometrisch gefundene Menge Schwefelsäure ist daher viel zu groß. Hieraus erklären sich auch die großen Schwankungen, welchen die Schwefelsäuremengen unterliegen und welche

in den Angaben über die letzteren vorhanden sind, da sie von der Beschaffenheit des Chlorkalkes in erster Linie abhängen. Im Durchschnitte gelingt nach Müller eine gute Bleichung, wenn man auf 100 Thle. Chlorkalk 4 Thle. englische Schwefelsäure nimmt, diese mit 16 Thln. Wasser verdünnt und gleich zu Beginn des Prozesses in solchen Zwischenräumen fein vertheilt zusetzt, daß keine stürmische Chlorentwickelung eintritt, die einen Chlorverlust zur Folge hätte. Dieser geringen Säuremenge stehen Vorschläge als äußerste andere Grenze gegenüber, welche mehr Säure vorschreiben, als zur Austreibung des Chlors überhaupt nothwendig ist. Es muß aber aus Gründen, welche vorher erörtert sind, aufs Nachdrücklichste vor einem großen Säurezusatze gewarnt und schon die Vorschrift, auf 100 kg Chlorkalk 30 kg englische Schwefelsäure zu nehmen, für höchst bedenklich erklärt werden. Wenn auch dieses Verhältniß das Bleichen einerseits sehr beschleunigt, so fordert es andererseits ein langes Waschen um die Säure von den Fasern zu trennen und die höchst schädlichen Einflüsse auf die Leimung fern zu halten. Außerdem entsteht durch einen großen Zusatz von Säure ein nicht unbeträchtlicher Verlust an Chlor, das zu schnell entwickelt wird, um ganz zur Wirkung kommen zu können. — In neuester Zeit hat Lunge in Zürich zur Chlorentwickelung organische Säuren, namentlich Essigsäure und Ameisensäure, vorgeschlagen (D. R.-P. Nr. 31 741) und damit ein Verfahren begründet, welches ohne Frage weniger Gefahr für die Fasern einschließt, als die Behandlung mit Mineralsäuren. — Auch flüssige Kohlensäure verdient Beachtung.

e. Bleichapparate.

Die einfachste Art die Chlorkalklösung auf den Fasern zur Wirkung zu bringen besteht zweifellos darin, daß man sie der Masse im Halbzeugholländer zusetzt, nachdem der genügende Grad der Auflösung der Fasern durch das Mahlen herbeigeführt ist. In sehr vielen Fällen wird auf diese Weise der Bleichprozeß vollzogen, d. h. dem Halbstoffe im Holländer zuerst durch die Waschtrommeln eine entsprechende Wassermenge entnommen, dann die Chlorkalklösung zugesetzt und hierauf in mehr oder weniger langen Zeitpausen die gehörig mit Wasser verdünnte Säure zugegeben, beziehungsweise die Kohlensäure eingelassen. Indem die gehobene Holländerwalze dabei in Thätigkeit bleibt, findet eine genügende Durchmischung der Masse und in Folge dessen die Einwirkung des frei werdenden Chlors statt, so daß die Bleichung je nach der Beschaffenheit der Fasern in sechs bis acht Stunden vollendet ist. — Es ist nicht zu bestreiten, daß die Einfachheit dieser Art der Bleiche bei dem ohnehin sehr verwickelten Gange der Papierfabrikation viel Bestechliches hat und sich unter Umständen sehr empfiehlt. Es ist aber auch andererseits nicht zu verkennen, daß damit Uebelstände verbunden sind, welche die Vortheile dieses Verfahrens sehr in Frage stellen. — Zunächst gehört hierher der zerstörende Einfluß, welchen das Chlor, insbesondere aber die zur Entwickelung desselben zuzusetzende Säure auf das Holländergeschirr hat, namentlich wenn dasselbe in allen Theilen aus Metall (wesentlich Gußeisen und Stahl) besteht, das ja unter Entwickelung von Wasserstoff sich löst und in dem aufgelösten Zustande die Faser ändern, besonders, wenn auch in geringem Grade,

färben kann. Ferner ist hier zu bedenken, daß der Holländer während der Bleichoperation seiner eigentlichen Bestimmung entzogen wird, da es nicht angeht, daß Mahlen und Bleichen gleichzeitig vorgenommen werden.

In solchen Fällen demnach, in welchen eine zerstörende Wirkung auf die Holländertheile und zugleich der Einfluß auf die Papiermasse Bedenken erregt, oder wo es hemmend auf den Betrieb einwirkt, wenn der Holländer zugleich als Bleichholländer benutzt wird, ist es entschieden vorzuziehen, die Bleichung in besonderen Apparaten vorzunehmen, um so mehr als sie zugleich so angeordnet werden können, daß sie mehrere Holländerfüllungen (Holländerleeren) gleichzeitig verarbeiten.

Die Aufgabe, welche den Bleichapparaten überwiesen wird, ist eine ebenso einfache als leicht erklärliche, da sie lediglich darauf hinauskommt, eine gewisse Zeit lang das Fasermaterial im Schwimmen zu erhalten und so zu bewegen, daß es sich nicht ausscheiden, z. B. zu Boden setzen kann, um immer von Neuem mit der Bleichflüssigkeit in innigste Berührung zu kommen. Sie bedarf zu ihrer Lösung in der That darum auch keiner weiteren Einrichtungen, als wie jene Theile der Waschmaschine (S. 82) und des Holländers (S. 113) besitzen, welche die eben als nothwendig erkannte Bewegung des Stoffes hervorbringen. Aus diesem Grunde sind auch nur solche Bleichapparate zur Anwendung gekommen, die auf dem Bewegungsprinzipe dieser Maschinen beruhen und deshalb mit dem Namen Bleichholländer (pile blanchisseuse, *bleaching engine*) belegt werden.

Um die Einwirkung der Säure und des Chlors von den einzelnen Theilen des Bleichholländers fern zu halten, wählt man zu diesen Materialien, welche solcher Einwirkung möglichst widerstehen oder doch derart sind, daß sie im gelösten Zustande die Fasermasse nicht in irgend einem bemerkenswerthen Grade verunreinigen. Deshalb sollte der Bottich oder die Schale entweder aus Mauerwerk mit Zement aufgeführt, oder aus Beton gegossen werden. Ferner ist das aus einem Schaufelrade gebildete Rührwerk größtentheils aus Holz herzustellen und in den aus Eisen bestehenden Lagern so hoch über den Schalenrändern anzubringen, daß eine Bespülung der Lager von der Bleichflüssigkeit ausgeschlossen erscheint. Außerdem ist es zu empfehlen, diese Theile durch einen Theer- oder besser Asphaltanstrich gegen das Rosten zu schützen. Besonders ist darauf zu sehen, daß die Flüssigkeit eine große Oberfläche erhält, damit das Licht möglichst gut einwirken kann, und aus dem Grunde die Schale nicht hoch, dahingegen recht breit und lang und so groß zu machen, daß sie mehrere Holländerleeren aufzunehmen im Stande ist. Als passende Dimensionen können gelten:

Höhe an der tiefsten Stelle	=	1 m
Breite des Arbeitskanales	=	1,6 m
Breite des Ziehkanales	=	1,4 m
Länge der Schale	=	3,5 m

Ein bewährter Bleichholländer ist in den zwei Figuren 50 u. 51 (S. 148 u. 149) gezeichnet. Der Trog oder die Schale *A A* ist aus Beton in einer Wandstärke von 25 cm hergestellt und durch die ebenfalls aus Beton gebildete Zwischenwand *B* in den Arbeitskanal *C* und den Ziehkanal *D* getheilt. In dem Arbeitskanale dreht sich das Schaufelrad *E*, welches auf der Achse *F* sitzt, die

10*

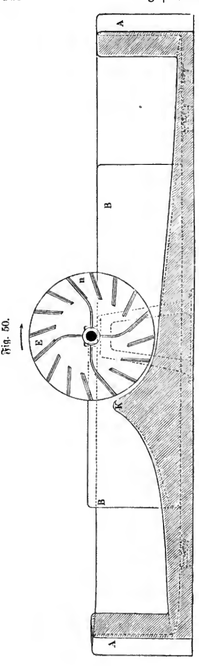


Fig. 50.

ihre Lagerung in zwei neben dem Troge besonders fundamentirten Böcken GG findet und durch die Riemenscheibe H angetrieben wird. Eine bemerkenswerthe Anordnung weist die Rührtrommel oder das Schaufelrad E auf, indem dasselbe aus zwei Eisenscheiben m und n gebildet ist, die auf der Innenseite mit je 16 Rippen versehen sind, auf welchen 16 Bretter befestigt werden, die von der nicht radialen Stellung der Rippen eine solche Lage erhalten, daß sie die Fasern über den Sattel K hinwegschieben, aber an der oberen Stelle des Sattels so fallen lassen, daß sie einen bedeutenden Anstoß zum Abrutschen erhalten. Zum Entleeren dienen die zwei großen Ventile LL, während das kleinere Ventil J den Zweck hat, das zum Auswaschen gebrauchte Wasser abzulassen. Daß der Kropf K ebenfalls aus Beton und zwar mit Hülfe von Schablonen angefertigt ist und mit der Schale ein Ganzes bildet, ergiebt sich aus der Zeichnung. Dieser Voith'sche Bleichholländer nimmt 750 kg Stoff, also den Inhalt von zwei mittelgroßen Halbstoffholländern auf und beansprucht einen Kraftaufwand von $1^1/_2$ Pferdestärken bei einer Geschwindigkeit des Schaufelrades von 15 Umdrehungen in der Minute, welche Geschwindigkeit weder ein Herumspritzen noch ein Verschlingen der Fasern veranlaßt. — Um das Mauerwerk oder den Zementkörper dieses Bleichholländers namentlich auf dem Kropfe zu schonen, findet man den Boden der Schale wohl mit hartgebrannten, hellfarbigen Fließen (sog. Mettlacher Fließen) bedeckt.

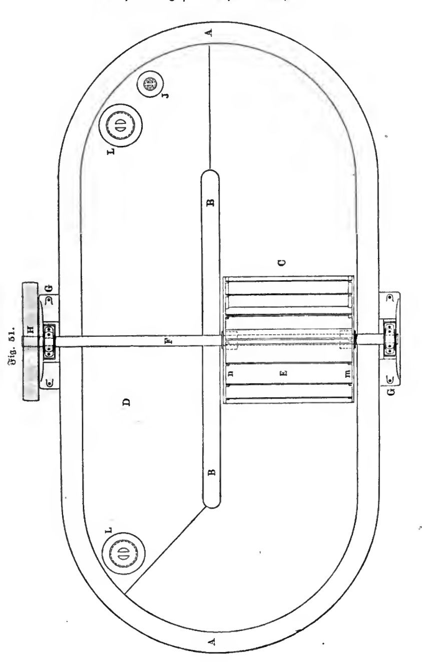


Fig. 51.

4. Entchloren des Zeuges.

Sowohl bei der Gas- als der sogenannten Naßbleiche mit Chlorkalklösung ist die Menge des Chlors und im letzteren Falle auch die Menge der zugesetzten Säure reichlich zu bemessen, wenn die Bleichoperation möglichst schnell und sicher zu Ende geführt werden soll. Aus diesem Grunde ist nach der Vollendung der Bleiche in der Fasermasse immer noch ein Antheil von Chlor und Säure anwesend, deren sorgfältigste Entfernung nicht genug betont werden kann, weil beide Substanzen die Fasern später auf das Empfindlichste gefährden und auch auf die der Masse etwa zuzusetzenden Farben, Leimsubstanzen, Füllstoffe *c.* nachtheilig einwirken. Dem Bleichen folgt daher ein gründliches Waschen der Masse und zwar, weil die in Betracht kommenden Substanzen ja leicht in Wasser löslich sind, ausschließlich mit Wasser. Da dieses Waschen am zweckmäßigsten in derselben Weise vorgenommen wird, wie bereits S. 81 u. f. ausführlich erörtert wurde, d. h. mittelst der Waschtrommeln, so ist dasselbe zugleich eine Aufgabe des Ganzholländers, welche dem Fertigmahlen vorangeht. Der gebleichte Stoff, der übrigens, wenn es die Verhältnisse gestatten, erst in Abtropfkästen abgelassen und hier von der größten Menge chlor- und säurehaltigem Wasser befreit wird — (welches vortheilhaft für die nächste Bleiche wieder zur Anwendung kommt) — gelangt daher in den Ganzholländer, um nun hier weiter nach den S. 122 aufgestellten Regeln verarbeitet zu werden.

Um das Waschen des Stoffes, welches dem Feinmahlen stets voranzugehen hat, damit nicht durch die Waschtrommeln zu viel feine Fasern verloren gehen, zur rechten Zeit, d. h. sobald als möglich abstellen zu können, ist es erforderlich, den Stoff von Zeit zu Zeit auf Chlor und Säure zu untersuchen, weil erst in dem Augenblicke das Waschen aufhören darf, in dem sich die vollständige Abwesenheit des Chlors und der Säure darthut. Man bedarf, um diese Abwesenheit zu bestimmen, daher sehr empfindlicher Reagentien auf Chlor und Säure. Bezüglich des Nachweises von Chlor besitzt die Chemie in dem **Jodkaliumstärkekleister** ein Reagenz von solcher Schärfe, daß damit die geringsten Spuren von Chlor zu erkennen sind und demnach eine hiermit vorgenommene Probe genügt. Die Reaktion beruht auf der Erscheinung, daß Stärke bei Anwesenheit von freiem Jod eine blaue Färbung erhält und zwar tritt diese Färbung noch ein, wenn die Lösung $^1/_{300000}$ Jod enthält. Da nun freies Chlor auf Jodkalium so zersetzend einwirkt, daß sich Chlorkalium und freies Jod bildet und dieses dann die blaue Färbung des vorhandenen Stärkemehles verursacht, so erklärt sich diese Reaktion sehr leicht. Zur Ausführung derselben bereitet man ein Jodkaliumstärkewasser, indem man 1 Thl. Stärkemehl in 100 Thln. Wasser kocht und darin 1 Thl. Jodkalium auflöst. Man wendet denselben nach dem Erkalten in der Weise an, daß man mit der Hand Stoff aus dem Holländer nimmt, denselben etwas ausdrückt und mit einigen Tropfen des Kleisters betröpfelt. So lange noch eine blaue oder violette, ja selbst purpurartige Färbung wahrzunehmen ist, muß das Waschen fortgesetzt werden. — Da der nach obiger Vorschrift hergestellte Kleister

ziemlich schnell (nach fünf bis sechs Wochen) dem Verderben unterworfen ist, so hat Genlis darauf aufmerksam gemacht, daß auch Chlorzink Stärke auflöst und mit Jodzink ein dauerhaftes Reagenz giebt, wenn man 5 g Stärke und 20 g Chlorzink (durch Auflösen von Zink in Salzsäure bei überschüssigem Zinke erhalten) mit 100 g Wasser eine Stunde kocht und dann mit 2 g Jodzink vermischt, welches in so viel Wasser gelöst wird, daß im Ganzen 1 Liter Flüssigkeit entsteht. Zur Bildung der betreffenden Menge Jodzink schüttet man $1^1/_3$ g Jod mit Zinkgranalien in ein Glas, übergießt dasselbe mit etwas Wasser und läßt so lange stehen, bis sich eine klare, farblose Flüssigkeit gebildet hat, die von dem ungelösten Zinke abgegossen wird. — Da es darauf ankommt, zu erforschen, ob noch freies Chlor an den Fasern haftet, so muß die Reaktion an den in der Hand ausgedrückten Fasern und nicht an dem Waschwasser vorgenommen werden.

Die Gegenwart von Säure wird gewöhnlich durch Lakmuspapier nachgewiesen, das sich bekanntlich bei Gegenwart von Säure röthet. Das Lakmuspapier bereitet man sich leicht selbst, indem man 1 Thl. Lakmus nach dem Waschen mit Alkohol mit 8 Thln. heißem Wasser übergießt, dieses Gemenge 12 Stunden stehen läßt und dann Fließpapier mit der abgegossenen blauen Lakmustinktur tränkt. Dasselbe ist sorgfältig gegen Luft und saure Dünste geschützt, am besten in einem Glase im Dunkeln, aufzubewahren. — Höchst empfindliche, dem Verderben nicht ausgesetzte Reagentien auf freie Säure, welche daher höchst empfehlenswerth sind, besitzen wir übrigens in dem Aethylorange und Methylorange, welche noch freie Schwefelsäure in $^1/_{200\,000}$ Verdünnung, also von 0,005 g auf 1 Liter nachweisen und einfach durch Auflösen von 1 g Orange in 1 Liter destillirtem Wasser erhalten werden. Die hellorange erscheinende Flüssigkeit färbt sich bei Anwesenheit von Säure rosaroth.

Die Prüfung der Fasermasse auf Chlor und Säure läßt erkennen, daß es sehr schwierig ist, den letzten Theil dieser Agentien durch Waschen zu entfernen und daß es dazu eines sehr anhaltenden Waschens bedarf. Aus diesem Grunde erklärt sich leicht die Anwendung von Mitteln, welche im Stande sind, das Chlor und die Säuren in der Weise zu neutralisiren oder zu binden, daß eine schädliche Nachwirkung nicht zu befürchten ist.

Während nun das Abstumpfen der Säuren leicht durch einen entsprechenden Zusatz von Alkali, namentlich von kohlensaurem Natron (Soda) oder kohlensaurem Kali (Pottasche) unter Bildung von schwefelsauren Salzen (bei Schwefelsäure) und von Chlormetallen (bei Salzsäure) und unter Entweichung von Kohlensäure vorgenommen werden kann, bedarf es zur Beseitigung des Chlors eines Zusatzes, welcher im Stande ist den der organischen Substanz mit großer Hartnäckigkeit anhängenden Rest von Chlor zu binden. Hierzu sind mehrere Mittel in Vorschlag gebracht, welche der genannten Wirkung wegen den Namen Antichlor erhalten haben. Die wichtigsten derselben sind das Natriumthiosulfat (unterschwefligsaures Natron), das Natriumsulfit (schwefligsaures Natron), die Schwefligsäure, das Zinnchlorür und das Leuchtgas. — Die Wirkung des Leuchtgases schreibt man dem Vorhandensein des Wasserstoffes zu, der mit dem Chlore sich verbinden soll. — Das Zinnchlorür verwandelt sich durch Aufnahme des vorhandenen Chlors in Zinnchlorid. — Die beiden Natron-

salze endlich reagiren in der Weise, daß neben Natriumsulfat Chlornatrium oder Salzsäure, oder beides zusammen entsteht. Das gebräuchlichste Antichlor ist das Natriumthiosulfat ($Na_2S_2O_3$), dessen Einwirkung verschiedene Erklärungen gefunden hat, die durch folgende drei Gleichungen ausgedrückt werden:

1) $Na_2S_2O_3 + 8Cl + 5H_2O = Na_2SO_4 + SO_4H_2 + 8HCl$,

2) $Na_2S_2O_3 + 2Cl + H_2O = Na_2SO_4 + 2HCl + S$,

3) $2Na_2S_2O_3 + 2Cl = Na_2S_4O_6 + 2NaCl$.

Nach den neuesten Untersuchungen von Lunge (Dingler's pol. Journ. 232, 287) findet die Hauptumsetzung nach der dritten Gleichung statt, d. h. das unterschwefligsaure Natron setzt sich mit dem Chlor so um, daß tetrathionsaures Natron und Chlornatrium entsteht. Da jedoch die Flüssigkeit zugleich stark sauer wird und oft Schwefel und Schwefelwasserstoff ausscheidet, so erfüllen sich vermuthlich alle drei Gleichungen gleichzeitig, wenn auch die mit 3 bezeichnete Umsetzung die wichtigste sein wird. — Wegen der Säurebildung wird gewöhnlich auch kohlensaures Natron zugefügt, weshalb das im Handel vorkommende Antichlor gewöhnlich ein Gemisch von unterschwefligsaurem mit kohlensaurem Natron ist. — Als Antichlor ist von Kolb (Dingler's pol. Journ. 232, 287) auch Ammoniak vorgeschlagen; da hiermit die Entchlorung äußerst langsam und unter einem sehr heftigen Geruche vor sich geht, so kann dieses Mittel um so weniger gebilligt werden, als man bedeutende Mengen davon nöthig hat.

Die Menge des Antichlors, welche einer Holländerfüllung zugesetzt werden muß, um sowohl das Chlor als die Säure unschädlich zu machen, hängt von sehr verschiedenen Umständen ab: Größe des Holländers, Stärke der Bleichung, Zusammensetzung des Antichlors, Dauer der Waschung u. s. w. Im Allgemeinen genügt es, einer Holländerfüllung dann, wenn die Jodkaliumstärke keine Reaktion mehr zeigt, etwa 20 bis 50 g Antichlor zuzusetzen. — Da sämmtliche Salze, welche bei der Beseitigung des Chlors und der Säure entstehen, in Wasser leicht löslich und demnach schnell wegzuwaschen, übrigens auch in der geringen Menge, in welcher sie in die Fasern gelangen, ohne schädlichen Einfluß sind, so kann die Anwendung des Antichlors nur angerathen werden.

Zweites Kapitel.

Gewinnung der Fasern aus Ersatzstoffen.

Diejenigen Materialien, welche als Ersatzstoffe, d. h. an Stelle der Hadern, zur Gewinnung von Papierfasern dienen sollen, müssen vor Allem die Bedingung erfüllen, daß sie mit geringen Kosten in ausreichender Menge nachhaltig zu beschaffen sind und Fasern zu liefern vermögen, welche die zur Papier-Bildung und -Verwendung erforderlichen Eigenschaften besitzen. Da nun fast jeder Pflanzen-

faser die letzten Eigenschaften in mehr oder minder hohem Grade innewohnen, so ist die große Zahl von Vorschlägen erklärlich, welche im Laufe der Zeit nach dieser Richtung gemacht sind und noch fortwährend gemacht werden, aber aus der ersten Bedingung auch begreiflich, weshalb von diesen Vorschlägen so wenige versucht und noch weniger verwirklicht wurden. Einige Ueberlegung erklärt vielmehr leicht die gewonnene Erfahrung, daß man stets nur solchen Materialien den Vorzug einräumen mußte, welche weder als Rohstoffe auch für andere Gebrauchszwecke hoch im Werthe stehen, noch durch Transport- und andere Kosten bedeutend im Werthe steigen und daß man sich jetzt noch auf die Gewinnung von Fasern beschränkt, welche den Werth der Hadern nicht erreichen, da diese nach wie vor die obere Werthgrenze einnehmen.

Am deutlichsten findet die Beschränkung wohl in der Thatsache ihren Ausdruck, daß bei uns streng genommen neben den Hadern nur zwei Fasermaterialien sich dauernd so eingebürgert und den von ihnen herrührenden Papierstoff zu einer solchen hervorragenden Bedeutung gehoben haben, daß daneben nur noch ein einziges in Betracht zu ziehen ist. — Diese zwei Rohstoffe sind das Holz und das Stroh, neben welchen als drittes die Alfa von Wichtigkeit ist.

Trotzdem die Benutzung des Strohes als Fasermaterial schon im Beginne unseres Jahrhunderts ernstlich in Gang kam, während sich das Holz bedeutend später (von Mitte der fünfziger Jahre an) den Ersatzmaterialien anreiht, hat doch letzteres weit ausgedehntere Anwendung gefunden und daher die höchste Bedeutung gewonnen, was u. A. aus der Thatsache hervorgeht, daß in Deutschland einem Verbrauche von 600 000 Ztr. Strohstoff ein solcher von 2 000 000 Ztr. Holzstoff gegenüber steht. Deshalb wendet man der Gewinnung der Holzfasern eine große Aufmerksamkeit zu und hat sie vielerwärts als selbständige Industrie ins Leben gerufen, welche den Papierfabrikanten das fertige Gebrauchsmaterial liefern, während die Strohfasern gemeiniglich in den Papierfabriken selbst aus dem Rohmateriale hergestellt werden.

Wenn neben Holz und Stroh das Espartogras im Allgemeinen auch noch wenig in Betracht kommt, so steht doch zu erwarten, daß seine Verwendung immer mehr und mehr wächst, weshalb der Abhandlung über die Gewinnung der Holz- und Strohfaser hier auch das Erforderliche über die Alfafaserherstellung hinzugefügt werden muß, so daß dieses Kapitel zerfällt:

I. in die Gewinnung der Fasern aus Holz,
II. „ „ „ „ „ „ Stroh,
III. „ „ „ „ „ „ Alfa.

I. Gewinnung der Fasern aus Holz.

Unter Holz im weiteren Sinne versteht man die Stämme, Aeste und Wurzeln der Bäume und mehrjährigen Sträucher, im engeren Sinne jedoch nur die unter dem Baste dieser Theile liegenden Partien. Wie alle Pflanzentheile wird das Holz aus zahlreichen, kleinen, dicht zusammengedrängten Elementen, den

„Zellen“, gebildet, die mit mehr oder weniger verlängerten Gefäßen sich zu den Holzfasern gruppiren und das Gewebe des Holzes ausmachen. Zellen und Gefäße sind in der ersten Jugend mit dem sogenannten Holzsafte gefüllt, der aus Wasser und einer Anzahl gelöster oder vertheilter Stoffe besteht. Indem mit dem zunehmenden Alter der Pflanzentheile diese Stoffe sich ausscheiden und sich an die Wände der Zellen und Gefäße anlegen, bis diese nach und nach ganz gefüllt werden, tritt eine wesentliche Veränderung ein, indem die anfangs biegsame, geschmeidige und weiche Faser starr, steif und hart wird, sowie ganz andere chemische und physikalische Eigenschaften erhält. Diesen Vorgang nennt man die Verholzung und die denselben bedingenden ausgeschiedenen Stoffe inkrustirende Materie, Inkrustationen oder Lignin. Demnach besteht das Holz der Hauptsache nach aus Zellstoff oder Zellulose ($C_6H_{10}O_5$) und Lignin ($C_{19}H_{24}O_{10}$), enthält aber nebenbei noch Saft, in welchem namentlich auch die beim Verbrennen des Holzes in der Asche sich vorfindenden unorganischen Stoffe (Kali-, Kalk-, Magnesiasalze 2c.) gelöst sind.

Eine große Anzahl von Analysen hat ergeben, daß die verschiedenen Hölzer keine große Abweichung in der chemischen Zusammensetzung aufweisen, daß sie aber mehr Kohlenstoff und weniger Sauerstoff als die reine Zellulose, und mehr Wasserstoff enthalten als erforderlich ist, um mit dem vorhandenen Sauerstoffe Wasser zu bilden. Da sich nun die Zusammensetzung der Zellulose überall gleich zeigt, so kann der chemische Unterschied lediglich auf die Inkrustationen und die Saftbestandtheile zurückgeführt werden. Die chemische Zusammensetzung des Holzes ist im Mittel nach Abzug der Asche und des Wassers:

Kohlenstoff	50
Wasserstoff	6
Sauerstoff	44

Die rohe Holzmasse besteht demnach immer aus Zellulose, aus jenen Stoffen, welche sich aus dem Wasser ausgeschieden und zugleich so verändert haben, daß sie sich zum Theil nicht wieder in Wasser lösen, und aus den in Wasser gelösten Theilen. Wenn daher schon der Wechsel der Mengen dieser Substanzen eine Verschiedenheit in der Holzmasse und somit in den Holzfasern bedingt, so wird der Unterschied noch viel größer und beachtenswerther durch die abweichenden Eigenschaften dieser Substanzen bei den einzelnen Gewächsen, welche dieselben schon äußerlich u. A. durch die Farbe, Härte, Struktur 2c., innerlich durch die eigenthümlichen Ausscheidungen zu erkennen geben, welche als Oel, Harz, Gummi, Tannin, Proteïn, Zucker, Stärke 2c. darin enthalten sind. — Insbesondere finden sehr erhebliche Unterschiede in den äußeren Eigenschaften, selbst der chemisch reinen Faser statt, indem diese je nach der Form der Zellen, der Dicke der Zellen- und Gefäßwände, nach der Länge der Einzelzellen u. s. w. geschmeidig oder steif, weich oder hart, lang oder kurz, schlank oder gedrungen sind. — Danach kann es nicht mehr auffallen, daß das Holz verschiedener Bäume sehr abweichende Eigenschaften darbietet, welche, auf die Fasern übertragen, nun auch zu einer Auswahl unter den Hölzern zwingen, um eine für die Papierbildung geeignete Holzfasermasse zu gewinnen.

So ist zunächst hervorzuheben, daß die dichten, schweren, gewöhnlich auch stark gefärbten Hölzer, welche namentlich in dem heißeren Klima wachsen, wegen der Sprödigkeit und Steifigkeit ihrer Fasern fast gänzlich ausgeschlossen sind, während unsere Nadelhölzer vorzügliche, durch Geschmeidigkeit, Länge und Farblosigkeit ausgezeichnete Fasern abgeben. Zwischen beiden stehen unsere Laubhölzer, die um so geeigneter für die vorliegende Verwendung sich erwiesen haben, je näher ihre äußeren Eigenschaften denen der Nadelhölzer liegen.

In größter Menge werden die Nadelhölzer zur Fasergewinnung benutzt und zwar die Fichte, die Tanne, die Kiefer und die Lärche. Von den Laubhölzern verwendet man im Großen wohl nur die Aspe, außerdem noch die gemeine Pappel, die Linde, die Birke, die Buche und selten den Ahorn. Diese Hölzer kann man für den Zweck der Fasergewinnung etwa wie folgt ordnen:

Die Fichte (Rothtanne, Abies excelsa; Pinus abies L.) liefert eine feine, biegsame, weiße Faser, die sich gut verfilzt.

Die Kiefer (Föhre, Pinus sylvestris) giebt ebenfalls eine feine, biegsame, sich gut verfilzende Faser; doch steht die letztere der Fichtenfaser wegen der dunkleren Färbung nach.

Die Tanne (Weißtanne, Abies pectinata; Pinus picea L.) hat eine hellgelbe Farbe, weshalb auch die hiervon gewonnene Faser sich durch eine helle Farbe auszeichnet. Außerdem ist sie in der Farbe recht beständig, weil sie wenig nachdunkelt. Ihrer Struktur nach gehört sie aber zu den gröberen, weniger biegsamen Fasern.

Die Lärche (Larix europaea, Pinus laryx L.) unterscheidet sich von den Nadelhölzern durch eine fast braune Farbe, welche auf starke Inkrustationen deutet; demnach giebt sie eine starre, grobe Faser ab, die sich nicht besonders gut verfilzt.

Die Aspe (Zitterpappel, Populus tremula L.) zeichnet sich von allen Laubhölzern durch eine helle Farbe und große Weichheit aus, welche auch der Faser eigenthümlich ist, die dabei zugleich lang ausfällt und sich vorzüglich verfilzt.

Die Pappel (Schwarzpappel, Populus nigra L.) besitzt zwar auch eine sehr weiße Farbe, liefert aber keine sehr geschmeidige und gut filzende Faser.

Die Birke (Betula alba) wird in Deutschland wenig, in Rußland dahingegen in sehr bedeutender Menge zur Fasergewinnung benutzt. Ihre Faser ist weiß, neigt aber sehr zu Farbenveränderungen und wird gewöhnlich röthlich oder bläulich, mitunter grau.

Die Weißbuche (Hainbuche, Carpinus betulus) gehört zu den weniger brauchbaren Hölzern, weil ihre Faser schwer, kurz und starr, anfangs von weißer Farbe ist, später aber durch Annahme eines braunrothen Tones höchst unansehnlich wird.

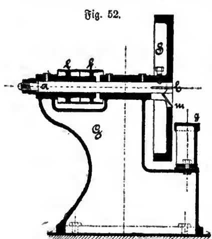
Der Ahorn (Bergahorn, Acer pseudoplatanus L.) liefert eine biegsame, feine, gut verfilzbare Faser, steht aber für die Fasergewinnung wegen seines seltenen Vorkommens nicht oft zur Verfügung. —

Aus der Beschaffenheit des Holzes geht hervor, daß die aus Zellulose und Lignin bestehende Holzfaser in zwei verschiedenen Zuständen gewonnen werden

kann, nämlich 1. als gewöhnliche rohe Faser und 2. als reine Zellulose, wenn es gelingt das Lignin ohne Zerstörung der Zellulose zu entfernen. — Da nun thatsächlich diese Abscheidung sich leicht vollziehen läßt, so erzeugt man für die Papierfabrikation die Holzfasern in diesen zwei wesentlich verschiedenen Zuständen, wozu dann im ersten Falle ein rein mechanisches Verfahren ausreicht, während im zweiten Falle noch chemische Hülfsmittel in Anspruch zu nehmen sind. Sonach ist es auch zweckmäßig, die Erzeugung der Holzfasern auf mechanischem und chemischem Wege aus einander zu halten, weil überhaupt durch diese zwei Gewinnungsmethoden sehr verschiedene Produkte entstehen.

Das rohe Holz enthält eine Menge Theile, welche sich für die Fasergewinnung durchaus ungeeignet erwiesen haben und deshalb vor der Umwandlung in Fasern beseitigt werden müssen, damit sie bei den Gewinnungsoperationen nicht hindernd auftreten. Zu diesen Theilen gehören die Rinde und die Ansätze der Aeste und Zweige, die sogenannten Knorren (noeuds, *knags*) und Aeste. Außerdem unterliegt das Holz gewöhnlich einer Zerkleinerung, theils um aus dicken Stämmen handliche Stücke zu gewinnen, theils zu dem Zwecke, das Durchdringen von Flüssigkeiten zu beschleunigen. Aus diesen Gründen wird das Holz gewissen Vorbereitungsarbeiten unterworfen, welche ein Entfernen der genannten Theile und eine Zerkleinerung desselben bezwecken.

Fig. 52.



Zum Abtrennen der Rinde, das vielfach mittelst einfacher Hacken oder Beile vorgenommen wird, benutzt man in neuerer Zeit mit großem Erfolge die Rindenschälmaschine (machine à décorcer), bei welcher die Rinde mittelst Hobelmesser abgeschält wird, die auf horizontalen oder vertikalen, schnell rotirenden Scheiben sitzen, denen man das Holz, ebenfalls um die Achse sich drehend, zuführt. Eine sehr viel angewendete Rindenschälmaschine ist durch Fig. 52 im Vertikalschnitte und in $^1/_{25}$ n. Gr. dargestellt. In dem Hohlgußgestelle *G* ist eine starke Welle *ab* gelagert, welche bei *f* eine feste, bei *l* eine lose Riemenscheibe, bei *S* eine schwere Gußeisenscheibe trägt, die vier radial gestellte Hobelmesser *m* besitzt. Außerdem befindet sich bei *g* ein gußeiserner Tisch, an welchem die Hobeleisen nahe vorbeistreifen, so daß Holzstücke auf diesen Tisch gelegt und gegen die Scheibe gedrängt, von den Messern an der Oberfläche abgehobelt, also entrindet werden, indem zugleich die Drehung um ihre Achse von der Scheibe bewirkt wird. Die abzuhobelnden Holzstücke werden daher nur auf den Tisch *g* gelegt und mit der Hand, oder auch wohl mit einer Art Kluppe gegen die Scheibe gedrückt. Letztere dreht sich mit etwa 200 Um-

drehungen und macht demnach 800 Schnitte in der Minute. Als Kraftbedarf wird für diese Maschine $1\frac{1}{2}$ Pferdestärke angegeben. — Dieser Maschine mit verticaler Scheibe steht jene auch erprobte mit horizontaler Scheibe gegenüber, wie sie u. A. von Angermair in Ravensburg (D. R.-P. Nr. 8529 und 14712) gebaut werden (Dingler's pol. Journ. 243, 391). — Die verticale Schälmaschine dient insbesondere auch noch zum Abhobeln der Holzhirnflächen, um die Sägespäne zu beseitigen, und endlich zum Zertheilen des Holzes in Scheiben rechtwinkelig oder schräg gegen die Faserrichtung. Für diesen Zweck bedarf sie nur einer sehr schweren Scheibe und starker, weit (12 bis 15 mm) vortretender Messer, sowie für schräge Schnitte eines entsprechend geneigten Tisches.

Soll eine Zertheilung der Holzblöcke in der Faserrichtung stattfinden, so benutzt man zweckmäßig eine Hackmaschine (machine à fendre, *splitting engine*), welche als arbeitendes Werkzeug ein auf- und abgehendes Hackemesser besitzt und in der Einrichtung mit der Tauenhackmaschine, Fig. 7 und 8, S. 44, übereinstimmt.

Die Entfernung der Knorren aus dem Holze erfolgt zum Theil schon beim Spalten, wenn man die Spaltfläche so wählt, daß sie die Knorren freilegt. In der Regel wendet man jedoch zu diesem Zwecke eine einfache Holzbohrmaschine an, welche als Wandbohrmaschine ausgeführt ist. Verarbeitet man geschnittene Bretter, so kann man die Aeste mit einem Hammer herausschlagen.

A. Holzschliff.

Um Holz auf mechanischem Wege in solche Fasern zu verwandeln, wie sie für die Papierbildung gefordert werden, ist nur nothwendig, von demselben Schichten abzunehmen, welche eine solche Feinheit besitzen, daß sie durch geringes Zerreiben in Fasern zerfallen. Nimmt man hierbei die Dicke der Faser etwa zu 0,02 mm, so ist klar, daß die Schichtenhöhe nicht viel größer sein darf und daß es demnach ausgeschlossen ist, die Schichten von der Hirnseite des Holzes wegzunehmen, weil sie dabei sofort zu unbrauchbarem Pulver zerrieben würden. Da aber auch ein Abheben dünner Lagen in der Richtung der Fasern nicht thunlich ist, weil hierbei in Folge der Spaltbarkeit des Holzes eine Menge Splitter abreißen, so muß man die Abtrennung der Schichten stets von Querholz also rechtwinkelig oder nahezu rechtwinkelig gegen die Fasern bewerkstelligen. Der Zerfaserungsprozeß zerfällt demnach in zwei Operationen: in die Abtrennung dünner Schichten und das Zerreiben dieser zu Fasern. Da letzteres ebenfalls nur quer gegen die Fasern geschehen darf, wenn die Entstehung von Holzpulver vermieden werden soll, so liegt der Gedanke nahe, beide Operationen mit einander zu verbinden, indem man die Zerfaserung durch Abschleifen auf einem passenden Werkzeuge vornimmt, welches in gleichbleibender Richtung eine relative Bewegung gegen das Holz erhält und unter einem bestimmten Drucke gegen dasselbe wirkt. Als ein solches Werkzeug hat sich bis jetzt ausschließlich ein rotirender Sandstein

bewährt, gegen dessen Oberfläche das Holz angedrückt wird. Weil nun dadurch der ganze Zerfaserungsprozeß den Charakter des Schleifens erhält, so wird derselbe auch ganz passend kurzweg das Schleifen (défibrer, *to grind*) genannt und das erhaltene Erzeugniß mit dem Namen Holzschliff (bois défibré, *mechanical wood-pulp*) belegt.

1. Schleifen.

Der hier in Betracht kommende Sandstein muß vor Allem ein scharfes Korn (von feinerer Beschaffenheit für Laubholz und gröberer für Nadelholz) und überall gleiche mittlere Härte haben, damit er sich nicht ungleichmäßig und auch nicht zu schnell abnutzt. Die besten Steine kommen von der sächsisch-böhmischen Grenze, werden von Pirna in den Handel gebracht und heißen daher Perner-Steine. Sie werden durch ein einfaches Behauen vorbereitet, selten wie Mühlsteine mittelst Hauschläge geschärft, dahingegen von Zeit zu Zeit, oder bei besseren Einrichtungen dadurch gut im Korn gehalten, daß man sie mit einem Kronen- oder Kieshammer oder durch Anpressen eines mit Spitzen besetzten Zylinders aufraubt.

Die Größe der Steine variirt nur zwischen geringen Grenzen und beträgt gewöhnlich 1,3 m im Durchmesser und 0,5 m Dicke oder Höhe, für kleine Anlagen, denen wenig Kraft zur Verfügung steht, beträgt der Durchmesser oft nur 1,0 m und die Höhe nur 300 mm, während sehr große Steine wohl 1,8 m Durchmesser und 600 mm Höhe besitzen. Im Allgemeinen soll man dicke Steine vorziehen, weil die zum Schleifen gelangenden Holzstücke dann in größeren (längeren) Stücken gelassen werden können.

Die Lage des Steines ist entweder eine vertikale mit horizontaler Achse, oder eine horizontale mit vertikaler Achse, wonach dann zwei Systeme entstehen, welche nur noch insofern Abweichungen darbieten können, als entweder die Peripherie oder die Seiten der Steine zu Schleifflächen dienen. — Ist die Stellung des Steines eine vertikale, so kann wegen der nothwendigen Zugänglichkeit und Bedienung nur sein über der Achse liegender Theil zum Schleifen benutzt werden. Wählt man dann als Arbeitsfläche die Peripherie, so wird der ganze Andruck der Holzklötze an den Stein auf die Wellenzapfen übertragen und dadurch eine bedeutende Abnutzung der Zapfen, sowie ein beträchtlicher Aufwand von Arbeit zur Ueberwindung der Reibung verursacht. Preßt man das Holz an die Seitenflächen, so heben sich die gegenseitigen Drücke auf und veranlassen keinen Zapfendruck, so lange sie auf beiden Seiten gleich sind. Da diese gleichmäßige Vertheilung der Drücke aber wohl kaum jemals eintritt, die ungleichmäßige Vertheilung aber einen seitlichen Druck hervorruft, der außer Klemmungen besonders schädliche Abnutzungen und Reibungen zur Folge hat, so begreift man, weshalb man den Andruck auf die Zylinderfläche jenem auf die Seitenflächen vorzieht. — Bei der horizontalen Anordnung des Steines würde das Schleifen auf der oberen ebenen Fläche einen so großen Druck auf den Fußzapfen ausüben, daß man sich hier ausschließlich auf das Anpressen an die Peripherie be-

schränkt. Da diese nun ganz frei und von allen Seiten zugänglich ist, so kann man die ganze Steinumfläche als Schleiffläche zur Anwendung bringen und dadurch einen Vortheil den vertikalen Steinen gegenüber erzielen. Ein anderer Vortheil der horizontalen Lage und peripherischen Schleiffläche besteht noch in der gegenseitigen Aufhebung der Drücke und Entlastung der Zapfen, unter der Voraussetzung gleichmäßiger Vertheilung der Drücke, welche hier bei guter Bedienung bis zu einem bedeutendem Grade möglich ist.

Weil die Leistung der Steine proportional ihrer Peripheriegeschwindigkeit ist, so macht man diese möglichst groß. In Rücksicht auf die Gefahr, welche durch das Zersprengen eines Steines hervorgerufen wird, soll man jedoch 15 m Oberflächengeschwindigkeit in der Sekunde nicht überschreiten. — Einem Steine von 1,3 m Durchmesser giebt man 150 bis 170 Umdrehungen für Fichtenschliff und 170 bis 210 für Aspenschliff.

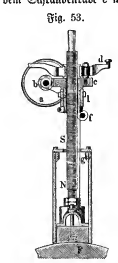
Die zum Zerfasern bestimmten Holzklötze müssen mit einem gewissen Drucke gegen die Steine gepreßt und so festgehalten werden, daß sie den Platz nicht verlassen, dahingegen in dem Maße in welchem sie sich abschleifen, nachrücken können. Man ordnet daher um die Steine einzelne Kammern zur Aufnahme der Klötze an, die unabhängig von einander und ohne Störung in der Arbeit zu füllen und mit Vorrichtungen ausgestattet sind, welche den Nachschub der Klötze unter einem Drucke hervorbringen, dessen Größe sich nach der Beschaffenheit des Holzes, der Geschwindigkeit an dem Umfange der Schleiffläche u. dergl. so zu richten hat, daß ein gleichmäßiges Abschleifen gesichert ist, weil hiervon zugleich die Beschaffenheit des Holzschliffes abhängt. Die Schwierigkeit, welche diese Druckvertheilung in Bezug auf die konstruktive Ausführung darbietet, war die Veranlassung zu einer großen Anzahl von hierauf zielenden Anordnungen. In allen Fällen befinden sich aber in den Kammern oder Zellen eiserne Platten (Kolben), die sich auf das Holz legen, unter Druck gestellt und in dem Maße vorgeschoben werden, als es das Abschleifen nothwendig macht, wozu erfahrungsmäßig ein Druck von 1000 bis 2000 kg auf 1 qm Schleiffläche, also von 0,1 bis 0,2, höchstens von 0,5 Atmosphäre genügt.

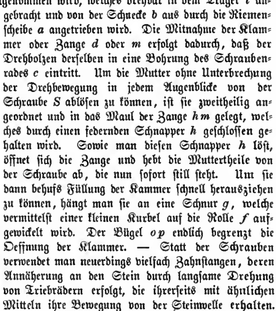
Die vorschiebende Bewegung kann nun entweder durch eine direkte Belastung des Kolbens innerhalb der eben angegebenen Grenzen erfolgen, oder durch Ableitung von der Bewegung der Steinwelle hervorgerufen, also zu dieser Bewegung in Abhängigkeit gebracht werden.

In Anbetracht des Umstandes, daß die Geschwindigkeit des Steines von hervorragendem Einflusse auf den Gang des Schleifens und die Qualität des Produktes ist, verdient diejenige Konstruktion den Vorzug, welche den Vorschub von der Steingeschwindigkeit abhängig macht, wenn sie zugleich innerhalb der eben genannten Druckgrenzen und gewisser Geschwindigkeiten eine solche Regulirung gestattet, daß die Belastungseinheit gleich bleibt, also auch unabhängig ist von der Größe der Fläche, welche das Holz dem Steine darbietet. Die erste bewährte Konstruktion dieser Art wurde von Voelter (1848) ausgeführt und bestand dem Wesen nach aus Schrauben, welche an dem Preßkolben faßen und vermittelst Muttern hinuntergeschraubt wurden, die drehbar in einem Rahmen gelagert waren und von der Steinwelle aus durch Riemen, Schrauben ohne

Ende und Schraubenräder in Umdrehung gelangten. Diese noch vielfach verwendete Konstruktion ist in den nebenstehenden Fig. 53 und 54 näher dargestellt. Die Schraube *S* preßt mit dem Kolben *N* das Holz gegen den Stein *F*, indem die in einer Klammer *d* sitzende Mutter sich dadurch dreht, daß sie von dem Schraubenrade *c* mitgenommen wird, welches drehbar in dem Träger *l* an-

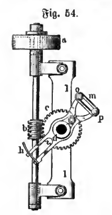
Fig. 53.





gebracht und von der Schnecke *b* aus durch die Riemenscheibe *a* angetrieben wird. Die Mitnahme der Klammer oder Zange *d* oder *m* erfolgt dadurch, daß der Drehbolzen derselben in eine Bohrung des Schraubenrades *c* eintritt. Um die Mutter ohne Unterbrechung der Drehbewegung in jedem Augenblicke von der Schraube *S* ablösen zu können, ist sie zweitheilig angeordnet und in das Maul der Zange *hm* gelegt, welches durch einen federnden Schnapper *h* geschlossen gehalten wird. Sowie man diesen Schnapper *h* löst, öffnet sich die Zange und hebt die Muttertheile von der Schraube ab, die nun sofort still steht. Um sie dann behufs Füllung der Kammer schnell herausziehen zu können, hängt man sie an eine Schnur *g*, welche vermittelst einer kleinen Kurbel auf die Rolle *f* aufgewickelt wird. Der Bügel *op* endlich begrenzt die Oeffnung der Klammer. — Statt der Schrauben verwendet man neuerdings vielfach Zahnstangen, deren Annäherung an den Stein durch langsame Drehung von Triebrädern erfolgt, die ihrerseits mit ähnlichen Mitteln ihre Bewegung von der Steinwelle erhalten.

Fig. 54.

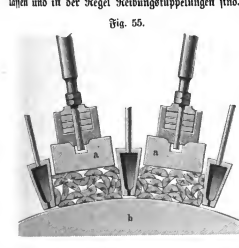


Zum Zwecke der direkten Belastung des Kolbens hat man früher oft Druckhebel mit Gewichtsbelastung angewendet. Da die hierdurch bedingte Konstruktion manche Uebelstände darbot, insbesondere keine konstante Einheitsbelastung ermöglichte, so wurde sie bald verlassen und durch eine Gewichtsbelastung ersetzt, welche in der Weise funktionirt, daß ein Gewicht von bestimmter Größe sich stets auf die in Thätigkeit befindlichen Preßkolben gleichmäßig vertheilt, so daß wenigstens die Unterschiede in dem Drucke proportional der Berührungsfläche ausgeglichen werden. Zur Vermittelung der Wirkung des frei hängenden Gewichtes auf die einzelnen Kolben bedient man sich gewöhnlich einer Kette, welche über Rollen gelegt ist, die hierdurch in Umdrehung gerathen und durch Triebräder mit Zahnstange, Schrauben und dergl. die Kolbenstangen abwärtsdrücken. — Eine vollständig neue Methode des Vorschiebens unter Druck wurde zuerst von Siebrecht (1863) ausgeführt, indem er die Pressung vermittelst Wasserdruck vornahm, den er durch Akkumulatoren erzeugte. So einfach die Einrichtung eines hydraulischen Druckes wird, wenn man sich erinnert, daß die

Druckeinheit nur 1/5 Atmosphäre, also etwa 2 m Wasserdruckhöhe fordert und in den Dichtungen keine Schwierigkeiten verursacht, so hat doch der Umstand, daß eine Druckregulirung zur Erhaltung einer konstanten Druckeinheit hier kaum genügend einfach hergestellt werden kann, bis jetzt eine weit ausgedehnte Verwendung verhindert.

Ein wichtiger Punkt bei der Konstruktion der Zerfaserer (défibreur, *grinding mill*) liegt noch in der Nothwendigkeit, die einzelnen Zellen mit Klötzen versehen zu können, ohne die Schleifthätigkeit unter den anderen Zellen zu unterbrechen. Gewöhnlich erreicht man diesen Zweck in einfacher Weise dadurch, daß man die Druckorgane (Schraube, Zahnstange, beziehungsweise Mutter und Triebrad) mit dem Antriebsorgane durch Kuppelungen verbindet, die sich leicht lösen lassen und in der Regel Reibungskuppelungen sind. — Wenn nun einerseits die Leistungsfähigkeit des Zerfaserers mit einer größeren Anzahl Kammern wächst, so ist doch andererseits dafür zu sorgen, daß die Kammern nicht zu nahe an einander liegen, damit die abgeschliffene Masse nicht unter den nächsten Klotz gelangt. Aus diesem Grunde kommen selten mehr als fünf Kammern vor, und sind oft nur drei, mitunter sogar nur zwei angebracht.

Fig. 55.



Bei der Oberflächenbeschaffenheit und Weichheit des Holzes müßte sehr bald eine Verschmierung des Steines und eine Unfähigkeit zu schleifen eintreten, wenn nicht unausgesetzt eine Entfernung des abgeschliffenen Materiales stattfände. Deshalb ist es erforderlich ununterbrochen einen so kräftigen Wasserstrahl gegen die Schleiffläche zu führen, daß die Fasern seitlich abgespült werden und zwar mit solcher Gewalt, daß sie nicht unter die nächsten Klötze gerathen. Da der Wasserstrom zugleich das Schleifen wesentlich erleichtert, außerdem sowohl Verstaubung als Entzündung des Holzes verhindert und in einfachster Weise die Fortschaffung des Holzschliffes besorgt, so bildet die Anordnung der Wasserzuführung ebenfalls einen wichtigen Bestandtheil des Zerfaserungsapparates. Eine vielfach benutzte kräftig wirkende Konstruktion führt obenstehende Fig. 55 vor Augen. Man erkennt in *b* den Schleifstein, bei *a* und *a* zwei Druckkolben in zwei Kammern und zwischen diesen hohle Wände, welchen durch Röhren Wasser zugeführt wird, das unter entsprechendem Drucke aus einem Schlitze auf den Stein spritzt und denselben abspült.

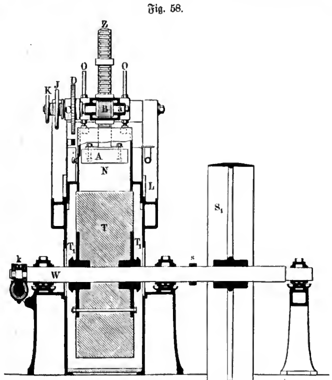
Zur näheren Erläuterung dienen zunächst die Figuren 56 bis 58 (a. f. S.), welche eine Holzschleifmaschine aus der Fabrik von Voith in Heidenheim nach

Fig. 57.

Fig. 56.

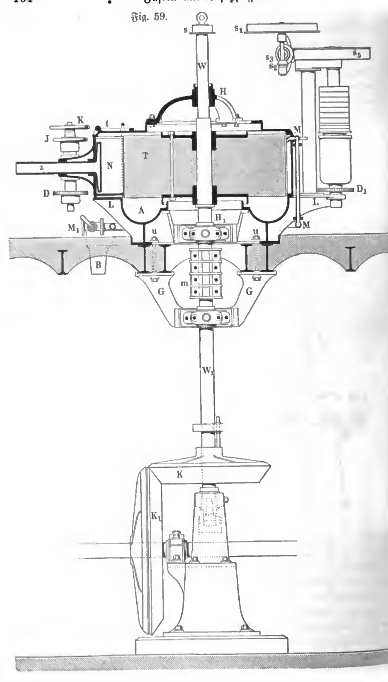
dem Systeme Völter in $^1/_{30}$ d. n. Gr. darstellen. Der Schleifstein T, welcher mit Hülfe zweier starker Platten $T_1 T_1$ auf der horizontalen Welle W befestigt und vermittelst der Riemenscheibe S_1 in Umdrehung versetzt wird, ist zum oberen Theile von einem starken Rahmen L umgeben, in welchem sich zunächst fünf Preßkammern N befinden, welche innerhalb am Rahmen sitzen und durch die Schrauben O in der richtigen Lage zum Steine gehalten werden. In jeder Kammer ist ein auf das Holz drückender Preßkolben A vorhanden, dessen Verlängerung eine hohle Zahnstange z bildet, die mit einem Zahnrade B in Ein-


Fig. 58.



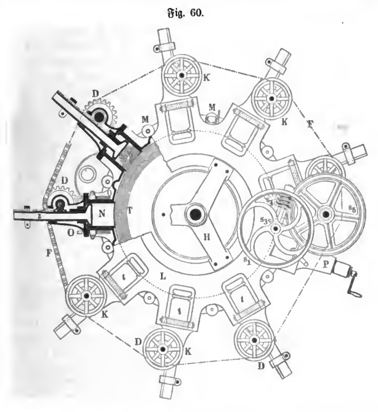
griff steht. Auf der Achse a dieses Zahnrades sitzt eine Hülse C mit einem Zahnrade D, in welches die endlose Kette F eingreift. Vermittelst einer durch das Handrad J zu bewegenden Kegelfriktionskuppelung wird die Hülse C mit der Welle a ein- und ausgekuppelt. Die Kette F erhält nun von der Steinwelle W aus vermittelst der Riemenscheiben $s s_1$, sowie der Zahnräder 1, $Z_1 Z_2 Z_3$ eine kontinuirliche Bewegung und veranlaßt dadurch nicht nur einen gleichmäßigen, von der Geschwindigkeit des Steines abhängigen Vorschub, sondern auch eine gemeinschaftliche Belastung sämmtlicher Pressen, indem stets bei theilweiser oder gänzlicher Entlastung einer Kammer, z. B. wenn eine solche behufs Füllung

Fig. 59.



außer Thätigkeit gesetzt wird, der zuvor in dieser wirkende Druck auf die anderen Pressen vertheilt wird. Um nun den Druck im Allgemeinen genau regeln zu können, ist zwischen dem Stirnrade Z_3 und dem ersten Kettenrade D die bei C_1 gezeichnete, größere Friktionskuppelung eingeschaltet, deren Reibungsverhältnisse durch die an dem Winkelhebel 1, 2, 3 wirkenden Gewichtsplatten H bestimmt werden. — Zur Füllung einer Kammer mit Holz hebt man zunächst durch Drehung des Handrades J die Kuppelung mit C, also die Verbindung des

Fig. 60.



Zahnrades B mit dem Kettenrade D auf. Dann zieht man mit dem auf der Zahnradwelle a festsitzenden Handrade K den Kolben A nach oben, schiebt die Holzklötze von der Seite her unter den Preßkolben und rückt nach geschehener Füllung vermittelst J die Kuppelung wieder ein. — Der unter den Stein gelangende Holzschliff wird durch kräftige Wasserstrahlen, welche durch die Hähne M geregelt werden, vom Steine gewaschen, aus einem in dem Troge Q an passender Stelle angebrachten Schlitz entlassen und durch einen Kanal den Sieben und weiteren Mahlapparaten zugeführt. — Um dem Apparate eine erhöhte Wirkung zu geben, ist die Steinwelle W zugleich mit einer achsialen Verschiebung aus-

gestattet und zu dem Zwecke an einem Ende k mit einem Kammzapfen versehen, in den ein schwingendes Zahnrad eingreift. Endlich ist bei P noch ein Apparat zum Schärfen des Steines angebracht. Derselbe besteht aus sägeartig gezahnten runden Stahlscheiben, welche in dem Supporte sitzen und vermittelst der Schraube $n\,n$ in genaue Stellung zum Steine gebracht, sowie durch die Schraube m vor dem letzteren hin- und hergeschoben werden kann. Uebrigens kann auch dieser mechanische Schärfer, wenn auch weniger vortheilhaft durch Handarbeit ersetzt werden, weshalb bei R eine fortnehmbare Klappe angebracht ist, um den Stein zugänglich zu machen. — Ebenso lassen sich die Seitentheile des Bottichs Q entfernen, um den Stein leicht einlegen, beziehungsweise auswechseln zu können.

Bezüglich der Leistung der obigen Maschine ist zu bemerken, daß der Stein im neuen Zustande einen Durchmesser von 1,4 m und eine Breite von 0,5 m, demnach eine Schleiffläche von 2,2 qm besitzt; er rotirt mit 160 Umdrehungen pro Minute, entsprechend einer Peripheriegeschwindigkeit von 11,6 m und bedarf 70 bis 80 Pferdestärken als Betriebskraft. Die Leistung beziffert sich auf 100 kg trocken gedachten Holzschliff in 24 Stunden mit 7 bis 8 Pferdestärken, also im Ganzen auf etwa 1000 kg in dieser Zeit.

Eine Holzschleifmaschine von bewährter Konstruktion mit horizontalem Steine und acht Pressen aus der Fabrik von Voith in Heidenheim ist in den Figuren 59 u. 60 (a. v. S.) in $1/_{35}$ nat. Gr. dargestellt. Man erkennt hier in T den Stein von 1,6 m Durchmesser und 0,6 m Dicke, befestigt auf der Welle W, welche in dem Bügel H, sowie in dem Traggestelle L bei H_1 sicher gelagert und mittelst der Muffe m an die Welle W_1 angekuppelt ist, welche von den Kegelrädern $K\,K_1$ angetrieben wird. Der Stein ist von neun Kammern N umgeben, wovon acht Pressen und die mit P bezeichnete neunte einen automatischen Schärfapparat von der oben angegebenen Konstruktion enthalten. Der Andruck des Holzes erfolgt bei dieser Maschine nach demselben Prinzipe wie bei der auf S. 163 dargestellten, nämlich vermittelst der Preßklötze und der Zahnstangen z, in welche Zahnräder e eingreifen, die durch Reibungskuppelungen J mit den Kettenrädern D verbunden werden, wozu die Handräder K dienen. Die acht Kettenräder sind von einer Kette ohne Ende F umschlungen, deren Bewegung abhängig von der Steinbewegung, hervorgebracht wird durch die auf der Welle W sitzende Riemenscheibe s, und mittelst der Riemenscheibe s_1, der Kegelräder s_2 und s_3, sowie der im Grundrisse sichtbaren Schnecke s_4 auf das Schraubenrad s_5 und durch eine vertikale Welle auf das Kettenrad D_1 und die acht anderen Kettenräder D übergeht. Diese Anordnung erzeugt eine vollständig gleichmäßige Druckvertheilung auch dann, wenn nicht alle Kammern in Thätigkeit sind. Die Ausrückung und Einrückung der Pressen mit Reibungskuppelung durch die Handräder K gestattet ein schnelles Bedienen der Maschine, beziehungsweise Beschicken der Kammern mit Holzklötzen nach Oeffnen der oben liegenden Klappen $t\,t$. Zum Abspritzen des Steines sind zwischen den Kammern aufrecht stehende Röhren M mit Regulirhähnen und seitwärts sitzenden Spritzschnäbeln angeordnet, denen das unter bedeutendem Drucke stehende Wasser von M_1 zufließt. Der Holzschliff sammelt sich in der unter dem Steine herlaufenden Rinne A, um durch den Trichter B zu den Sieben ꝛc. zu gelangen. Bemerkens-

werth an dieser Maschine ist insbesondere noch die Art der Aufstellung und Befestigung vermittelst des Rippengestelles *L*, der Schrauben *u* und des Lagers *G*, sowie die Bequemlichkeit, mit welcher der Stein nach Lösung der Kuppelung *m* und des Bügels *H* an der Welle *W* ausgehoben und eingesetzt werden kann.

Als Leistung dieser Maschine kann man bei einem Kraftaufwande bis 120 Pferdestärken die Erzeugung von 1500 kg in 24 Stunden annehmen, wobei der Stein etwa 160 Umdrehungen pro Minute macht. Da letzterer eine Dicke von 0,5 m hat, so beträgt die Schleiffläche also 2,5 qm, die bei einer Umdrehung mit einer Geschwindigkeit von 15 m zur Wirkung gelangt.

2. Sortiren.

Die Natur des Holzes sowohl, als auch die Art der Zerfaserung auf dem Zerfaserer, schließt eine gleichmäßige Beschaffenheit der abgeschliffenen Fasern aus und fordert demnach eine Trennung derselben nach Gleichheit und Feinheit. Aus diesem Grunde ist mit jedem Holzschleifapparate ein Sortirapparat in Thätigkeit zu setzen, der die Abscheidung nach gewissen Feinheitsnummern vornimmt. In der Regel erfolgt die Sortirung in drei Nummern und zwar ist Nr. 1 die feinste und Nr. 3 die gröbste noch brauchbare Masse. Da nun ferner unvermeidlich größere Holzpartien (Splitter) abgerissen werden und ein Theil in unbrauchbares Pulver verwandelt wird, so ist es nothwendig, die Trennung so vorzunehmen, daß sich der Reihe nach abscheiden: 1) Splitter; 2) Grobe unbrauchbare Fasern; 3) Grobe brauchbare Fasern Nr. III; 4) Feine Fasern Nr. II; 5) Feinste Fasern Nr. I; 6) Unbrauchbares Holzpulver.

Der Sortirapparat besteht daher aus einem Splitterfange und aus einer der Sortirungsskala entsprechenden Anzahl von Sieben, deren Maschengröße die Feinheit der Fasern bestimmt. Um die unbrauchbare gröbste Masse zurückzuhalten, genügt es, die gehörig mit Wasser schwimmend erhaltene Fasermasse durch Siebe laufen zu lassen, welche quadratische Oeffnungen von 5 mm Weite besitzen, während zur Abscheidung des unbrauchbaren Holzpulvers Oeffnungen von $^1/_8$ mm erforderlich sind. Eine für alle Fälle ausreichende Skala von Siebbezügen stellt sich folgendermaßen zusammen:

1)	5	Oeffnungen	auf	25 mm	für das	1.	Sieb
2)	12	„	„	25	„ „	2.	„
3)	25	„	„	25	„ „	3.	„
4)	35	„	„	25	„ „	4.	„
5)	200	„	„	25	„ „	5.	„

Die zur Verwendung gelangenden Siebe können entweder in Zylinderform, oder in ebenen Flächen angeordnet werden. Da die ersteren eine stetige Drehbewegung und die letzteren eine Schüttelbewegung erhalten, so unterscheidet man: Drehsiebe oder Zylindersiebe (tamis cylindrique, *rotary sieve*) und Schüttelsiebe oder Rahmensiebe.

Die gewöhnlichen Drehsiebe bilden horizontal gelagerte Zylinder von etwa 0,3 m Durchmesser und 1,0 m Länge, auf deren Scheitel die Masse der ganzen Sieblänge nach auffließt, so daß die feineren Holzfasern durch den Siebbezug ins Innere dringen, während die gröberen Theile auf der Oberfläche des Siebes zurückbleiben, von der sie in der Regel durch eine rotirende Walze oder einen Schaber abgehoben und in einen besonderen Kasten abgeliefert werden. Die durchgetretene feine Fasermasse verläßt sodann durch zentrische Oeffnungen in den Stirnflächen das Sieb, um dem nächsten Siebe in gleicher Weise zuzulaufen. Behufs der gleichmäßigen Vertheilung und sicheren Zuführung des Stoffes sind die Drehsiebe mit Zapfen in Holzkasten so eingelegt und an den Zapfen gedichtet, daß die eintretende Masse nur aus dem offenen Ende austreten kann. — Bei dem letzten Siebe ist es zur Vermeidung von Stoffverlust nothwendig, daß die Masse nicht gewaltsam gegen die Siebfläche getrieben wird; sie fließt hier daher nicht oben auf, sondern tritt, wie bei Waschtrommeln, gegen den unteren Theil des Siebes und vermöge eines geringen hydrostatischen Druckes in das Innere.

Die Art und Weise, in welcher die abgeschliffene Masse den horizontalen Drehsieben zufließt und zur Abscheidung gebracht wird, ist in so fern keine sehr günstige, als derselben nur wenig Zeit zur Trennung gegeben ist und als in Folge dessen noch viel feiner Stoff dem gröberen beigemengt bleibt. Es ist daher die Annahme berechtigt, daß eine sorgfältigere Sortirung erreicht wird, wenn man der Fasermasse Gelegenheit giebt, sich an größeren Flächen entlang zu bewegen und daß die Verbesserungen und zahlreichen Neuerungen an den Sortirapparaten wesentlich dieses Ziel anstreben. — Außerdem haben die gewöhnlichen Drehsiebe noch den Uebelstand, den Holzschliff nach der Seite, wo die Siebfläche aus dem Wasser aufsteigt, zusammen zu schieben, so daß sich derselbe zusammenballt und den Austritt der feinen Fasern erschwert, die in das Innere gelangen müssen. Auch setzen sich die Siebmaschinen beim Eintritte ins Wasser leicht durch den Auftrieb zu und verhindern ebenfalls die Sortirung, wenn nicht eine ununterbrochene Reinigung durch einen kräftigen Wasserstrahl vorgenommen wird, welcher aus einer größeren Anzahl Löcher eines längs dem Zylinder liegenden Rohres gegen die Siebfläche gespritzt wird, oder wirkungsvoller aus einer größeren, vor der Siebfläche hin- und hergeführten Oeffnung austritt (Kleinlogel, D. R.-P. Nr. 18571).

Zur besseren Ausnutzung der Siebflächen, bei einer stetigen Trennung des feineren vom gröberen Holzschliffe hat die „Gesellschaft für Holzstoffbereitung in Grellingen“ (D. R.-P. Nr. 23621) die sich drehenden Sortirzylinder vertikal aufgestellt und innerhalb derselben mehrere Schraubenflügel angebracht, welche sich im Kreise um eine vertikale Achse drehen und den von oben zentrisch eintretenden flüssigen Holzschliff gegen die Siebfläche schleudern, so daß die feinen Fasern mit dem Wasser durchfliegen, während die gröberen Theile an der Innenseite der Zylinder abziehen.

Eine vorzügliche Ausnutzung der Siebflächen läßt sich dadurch erzielen, daß man die Masse über große ebene Siebe in dünnen Lagen wegfließen läßt, namentlich, wenn man die Wirkung durch Schütteln unterstützt. Daher sind denn im

neuerer Zeit solche in horizontale Rahmen gespannte Siebe mit rüttelnder Bewegung vielfach in der Weise zur Anwendung gekommen, daß man drei ebene Siebe über einander anbringt, wovon das obere Sieb den Stoff aufnimmt und die groben Bestandtheile zurückhält, das zweite den durchfließenden Stoff auffängt und den feinen Holzschliff durchläßt, welcher auf dem untersten Siebe dann von Holzpulver, Schleifsand und dergl. befreit wird. Die nähere allen solchen Rüttel- oder Rahmensieben so ziemlich gemeinsame Konstruktion erhellt aus untenstehender Skizze (Fig. 61 und 62) eines Sortirapparates von Voith in Heidenheim (D. R.-P. Nr. 23963). Die drei Rahmensiebe a, b und c von 0,55 m Breite und 1,6 m Länge sind zunächst, sehr wenig geneigt, auf Federn von Eschenholz d, e, f, d_1, e_1, f_1, d_2, e_2, f_2 und d_3, e_3, f_3 gelegt und mittelst der

Fig. 61.

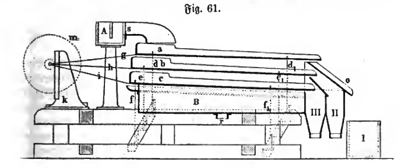
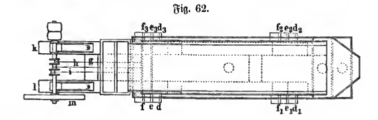


Fig. 62.



Schubstangen g, h und i von drei Kurbeln in rüttelnde Bewegung zu setzen. Der Stoff läuft aus dem Aufgußkasten A durch einen Splitterfang s auf der ganzen Breite auf das obere Sieb a, durch a auf b, durch b auf c und endlich durch c in den Ablaufkasten B, der denselben durch das Rohr r abführt. Die wenigen, vom obersten Siebe a zurückgehaltenen Schleifspäne und sehr groben Fasern gelangen in Folge des Rüttelns über die schräge Platte o in den Kasten I; die vom mittleren und unteren Siebe zurückgehaltenen Fasern fallen gewöhnlich direkt in die unter die Trichter II und III geschobenen Stoffbottiche. Die feinsten Fasern mit dem Wasser gelangen von dem Troge B dann nach einem Entwässerungsapparate. — Die beschriebene Sortirmaschine liefert bei einem Arbeitsverbrauche von etwa $^1/_3$ Pferdestärke in 24 Stunden 600 kg Holzschliff Nr. I. trocken gedacht. Die in den Gestellen k und l gelagerte, mit einem Schwungrade m versehene Kurbelwelle macht in der Minute 400 bis 500 Umläufe.

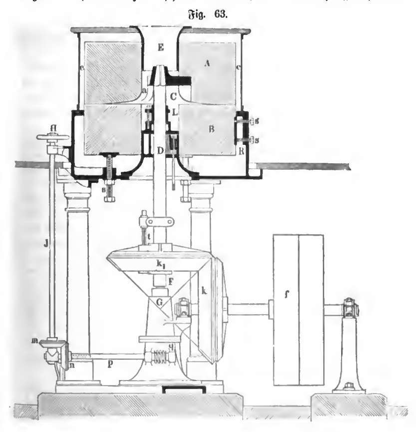
Bei den freien Rahmensieben läuft das Wasser mit dem feinen Schliffe mitunter so schnell durch die Siebe, daß eine sorgfältige Sortirung nur dann gesichert ist, wenn außerordentlich viel Wasser mitgeht. Um dies zu ermöglichen, befinden sich gewöhnlich über den Sieben noch Wasserhähne, welche ununterbrochen Wasser aufspritzen. — Zur Vermeidung des hierdurch bedingten bedeutenden Wasserverbrauches wendet Hoffmann (D. R.-P. Nr. 24 278) ein sogenanntes Schwimmsieb an, welches aus einem etwas aufsteigenden Rahmensiebe besteht, wovon der größte sich senkende Theil in Wasser eintaucht, das sich in dem flachen Bottiche in leicht regulirbarer Höhe befindet. Das Schütteln des Siebes mit feinem Inhalte in dem Wasser veranlaßt längere Zeit und bessere Gelegenheit zur Abtrennung.

3. Verfeinern.

Derjenige Theil des Holzschliffes, welcher von dem ersten Siebe des Sortirapparates zurückgehalten wird, ist nur in seltenen Fällen einer direkten Verwendung in der Papierfabrikation fähig, da er sich kaum als Zusatz zu sehr groben Papieren eignet, weil die darin enthaltenen Fasern zu grob sind. Andererseits sind diese Fasern aber in vorzüglicher Weise für eine weitere Verfeinerung vorbereitet und durch eine solche leicht in ein passendes Material zu verwandeln. Aus diesem Grunde unterwirft man sie fast immer einem solchen Verfeinerungsprozesse in dem sogenannten Verfeinerer (Feinmühle, raffineur), der somit den dritten Haupttheil der Holzschleiferei bildet. Da es sich bei diesem Prozesse wesentlich darum handelt, die Fasern und zwar in der Längenrichtung zu theilen, so muß der Verfeinerer eine spaltende oder zerklüftende Wirkung ausüben in ähnlicher Weise, wie sie beim Feinmahlen des Mehles geübt wird, weshalb denn auch die Konstruktion der Verfeinerer der Einrichtung eines gewöhnlichen Mahlganges mit festliegendem Bodensteine und drehendem Obersteine oder Läufer entnommen ist. — Die nebenstehende Fig. 63 führt eine auch Stoffmühle oder Raffineur genannte Feinmühle im Vertikalschnitte vor Augen. Man erkennt zunächst in B den Bodenstein, der in einem gußeisernen, von Säulen getragenen Rahmenwerke R, durch verschiedene Stellschrauben sss gehörig horizontal gelegt und zentrirt, befestigt und in der Mitte mit einem Auge zur Aufnahme des Lagers L versehen ist. Ueber dem Bodensteine B schwebt, von einer sogenannten schwebenden Haue C getragen, der Läufer A, welcher von der Mühlspindel D durch die Kegelräder kk_1 von der Riemenscheibe f in Umdrehung versetzt wird und dadurch das, durch das Auge E einfallende, genügend nasse Material vermahlt. Letzteres tritt durch den Schluck a zwischen die wie Mühlsteine geschärften Mahlflächen, dann gemahlen an der Peripherie in die Zarge c und fließt aus dieser seitwärts ab. Von Wichtigkeit ist bei dieser Stoffmühle die zur Regulirung des Mahlprozesses nothwendige Steinstellung, welche einen genauen Abstand zwischen den beiden Steinen sichern muß. Bei vorliegender Ausführung wird sie durch Hebung und Senkung des Spindelfußlagers F in dem Stuhle G erreicht, indem man von dem Handrade H aus

vermittelst der Stange J, der Kegelräder m und n und der Welle p die Schnecke q in Drehung versetzt, welche in ein Schneckenrad eingreift, das auf einer, im Inneren des Stuhles verborgenen, das Lager F tragenden, starken Schraube festsitzt und diese daher in Umdrehung bringt. Damit die beiden Kegelräder k und k_1 stets gehörig in Eingriff bleiben, ist das Rad k vermittelst der Schraube t längs der Spindel D zu verschieben. Der 1,2 m im Durchmesser haltende

Fig. 63.



Läufer macht in der Minute 150 Umgänge und verarbeitet dabei den groben Schliff von zwei Zerfaserern von je 70 Pferdestärken mit einem eigenen Kraftverbrauche von etwa 10 bis 12 Pferdestärken.

Eine hervorragende Bedeutung hat zum Feinmahlen des Holzes nicht nur, sondern auch zur Fasergewinnung aus anderen Rohmaterialien (Stroh, Alfa ꝛc.), der von Kingsland in Franklin (Nordamerika) erfundene, etwa 1856 bekannt gewordene Zentrifugalholländer, oder besser Scheibenmühle, gewonnen, nachdem derselbe durch Kirchner in Frankfurt a. M. eine wesentliche, namentlich auf europäische Verhältnisse berechnete, konstruktive Ausbildung erfahren hat. Das

Wesen dieser Scheibenmühle besteht in gegen einander arbeitenden Mahlflächen in vertikaler Ebene, zwischen welche das Mahlgut gehörig mit Wasser vermischt, unter einen solchen Druck gelangt, daß es von dem Zentrum aus nach allen Richtungen sich vertheilt, insbesondere auch an die Peripherie gelangt. Man erreicht dadurch in Verbindung mit einer richtigen Gestaltung der Mahlflächen, daß der Stoff, so lange er noch grob ist, um das Zentrum herum langsam, dann aber mit dem Feinerwerden dem Umfange zu vermöge der zunehmenden Zentrifugalkraft, schneller und kräftiger gemahlen und zugleich sehr gleichmäßig wird, weil jede Partie desselben am Rande die gleichen Mahlflächen zu durchlaufen hat.

Um die in diesem Prinzipe liegenden Vortheile zu gewinnen, ist zunächst eine richtige Zuleitung des Mahlgutes anzustreben, dann die geeignete Gestaltung und das passende Material der Mahlflächen ausfindig zu machen und endlich dafür zu sorgen, daß eine genaueste Einstellung der Mahlflächen gegen einander leicht und sicher vorgenommen werden kann.

Bezüglich der Stoffzuführung ist zu bemerken, daß je nach dem Mahlgute und seiner Vorbereitung der hydraulische Druck und die zum Mahlen nothwendige Menge Wasser verschieden zu regeln ist und daß es sich demnach empfiehlt, einen in der Höhe verstellbaren Speisebottich mit Zuführrohr, und unmittelbar vor dem Eintritte in die Mühle ein mit Regulirhahn versehenes Wasserrohr anzubringen, um an dieser Stelle Wasser zufließen lassen zu können. — Das Material zu den Mahlflächen muß möglichst dauerhaft und widerstandsfähig sein, weshalb man zweckmäßig Hartguß, oder Hartguß mit hartem Sandstein zusammenarbeitend, d. h. eine Fläche aus Hartguß, die andere aus Sandstein wählt. — Von der größten Wichtigkeit ist die Gestaltung der Mahlflächen (Schärfe), weil dabei nicht nur nach dem Prinzipe des Holländers darauf zu sehen ist, daß ein Schaben oder Quetschen und kein Schneiden entsteht, sondern auch ein leichtes Nachschärfen auf Hobel- oder Fräsmaschinen ꝛc. stattfinden kann. In Anbetracht der großen Aehnlichkeit zwischen der vorliegenden Aufgabe und der Wirkung der gewöhnlichen Mehlmahlmühlen wird daher die Schärfe der Holländerscheiben gemeiniglich nach denselben Grundsätzen hergestellt, nach welchen die Mühlsteine geschärft (mit Hauschlägen ausgestattet) werden.

Diesen vielfachen Anforderungen an die Scheibenmühlen kommt in hohem Grade die in beistehender Fig. 64 skizzirte Scheibenmühle von Kirchner nach. Auf der horizontalen Welle J befindet sich eine Scheibe E, welche auf beiden Seiten mit abnehmbaren, durch Schrauben zu befestigenden, ringförmigen Mahlflächen B versehen ist, die mit den daneben liegenden A und D, zwei Mahlgänge in dem zylindrischen Gehäuse GF bilden. Das Mahlgut wird von einem Speisebehälter durch das weite Rohr O dem ersten Mahlgange zwischen A und B zugeführt, tritt in den Raum C und gelangt durch den hydraulischen Druck zwischen die Mahlflächen B und D und läuft gemahlen durch die mit einem Rohre versehene Oeffnung H ab. Der sichereren Bewegung halber hat die Welle J drei Lagerungen bei S, L und K, und zum Umtriebe bei M eine feste Riemenscheibe, nebst der Losscheibe N. Zur Einstellung der Mahlflächen ist einerseits der Gehäusedeckel F, andererseits die Welle J in der Richtung der Wellen-

achse verschiebbar eingerichtet, und zwar erfolgt die Bewegung von *F* auf folgende Weise: In dem herumlaufenden Flantsche des Gehäuses *G* befinden sich drei Schraubenmuttern *e* eingeschnitten, zur Aufnahme dreier Schrauben *f*, welche an

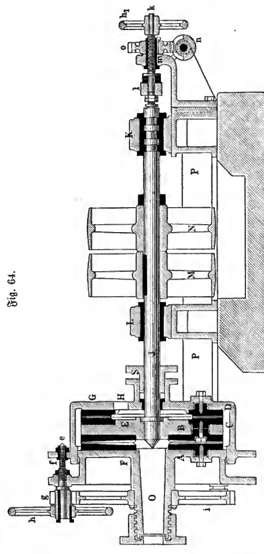


Fig. 64.

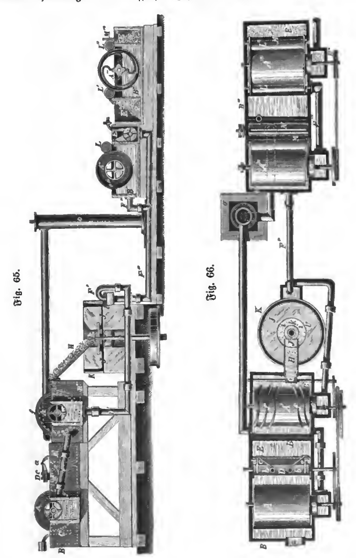
dem Deckel *F* drehbar angebracht sind und außerhalb des Flantsches Stirnräder *g* tragen, in welche ein größeres Rad *i* eingreift, so daß die Drehung eines dieser Räder *e* vermittelst des Handrades *h* auf sämmtliche Schrauben gleich-

mäßig übertragen wird. Je nach der Drehrichtung wird daher mit dem Deckel *F* die Mahlplatte *A* der Scheibe *B* näher oder ferner gerückt. Sehr sinnreich ist hier übrigens die Anordnung für die Verstellung der Scheibe *E* zu der feinen Scheibe *D*, indem eine grobe und eine feine Einstellung ausgeführt werden kann. Zur groben Einstellung dient eine Schraube *k*, welche von dem Handrade h_1 gedreht, mittelst der Traversverbindung *l* das Kammlager *K* und damit die Welle *J* nebst Scheibe *E* schnell verschiebt. Die feine Einstellung erfolgt dann durch Drehung der Schraubenmutter *m* vermittelst des mit dieser Mutter fest verbundenen Schraubenrades *o*, in das die Schnecke *n* eingreift, welche die durch eine Handkurbel erzeugte Drehung auf die festliegende Mutter *m* überträgt und somit die Schraube *k* ebenfalls verschiebt.

Die Scheibenholländer erhielten früher sehr große (800 bis 900 mm im Durchmesser haltende) Scheiben und bedurften zum Betriebe 25 bis 40 Pferdestärken. Diesem großen Kraftverbrauche entsprach aber ihre Leistung nicht, weshalb man denselben jetzt nur etwa 600 mm Durchmesser giebt, weil der Kraftverbrauch dadurch in günstiger Weise abnimmt und nur etwa noch 8 bis 15 Pferdestärken, je nach dem Arbeitsmateriale mehr oder weniger, beträgt. Bei dieser Größe liefert der Scheibenholländer in 24 Stunden 750 bis 1500 kg trocken gedachten Stoff bei Umwandlung grober Fasern in fertigen Ganzstoff. — Kirchner baut diese Scheibenholländer auch mit vertikaler Aufstellung, um damit einen geringen Platzbedarf zu erreichen.

Die Anlage der Sortirsiebe in Verbindung mit der Feinmühle, kann natürlich nach örtlichen und anderen Verhältnissen verschieden sein. Im Allgemeinen erfolgt dieselbe aber nach dem Prinzipe, welches in den Figuren 65 und 66 zur Anschauung gebracht ist. Der Holzschliff läuft von dem Zerfaserer zunächst in einen Kasten *B* mit einer Scheidewand *C*, vor welcher die mitgekommenen, schwimmenden, kleinen Holzstücke zurückgehalten werden. In diesem Kasten dreht sich das erste Zylindersieb *A*, durch dessen Maschen von außen nach innen die feinere Fasermasse tritt, die an einer Seite durch die zentrische Oeffnung *e* des Siebes und das Rohr *F* in den zweiten Kasten B^1 gelangt, um nun hier so getrennt zu werden, daß ein Theil wieder durch die Maschen des Siebes A^1, die Oeffnung e^1 und F^1 weiter fließt, während der andere Theil auf der Oberfläche des Siebes liegen bleibt. — Die gröbsten Theile, welche in dem Kasten *B* zurückbleiben, werden zunächst durch einen in dem Kasten *B* sich drehenden Schöpfer in die Abtheilung *E* gebracht, der zu dem Zwecke einen Abstreicher *a* besitzt, welcher auf schwachen, an der Welle des Schöpfers befestigten Stangen verschiebbar ist, die den Federn *b* entgegenwirken und so verhindern, daß der in den Nuten *d* geführte und bei der Bewegung des Schöpfers zurückgedrückte Abstreicher zu weit vorwärts gestoßen wird. — Die groben Theile, welche sich vor dem zweiten Siebe A^1 anhäufen, gelangen dann direkt in die Feinmühle *K*. Damit sie aber gemahlen werden können, müssen sie aus dem Wasser gehoben und in einen halbtrockenen Zustand übergeführt werden. Um dies zu bewerkstelligen, ist der Siebzylinder A^1 mit schraubenförmig gewundenen Blättern *f* bekleidet, welche die Masse aus dem Wasser heben, so vom Wasser befreien und endlich einer nach innen gekrümmten rotirenden Schaufel übergeben, die sie in den

Kanal H wirft, durch den sie dann direkt in das Läuferauge k fallen. Zwischen den zwei Steinen JJ gemahlen, gelangt diese Fasermasse nun aus der Zarge l in die Rohrleitung F' und trifft hier zusammen mit den aus der Trommel A'


Fig. 65.
Fig. 66.

abgelieferten feineren Fasern, so daß dieses Fasergemisch durch das Rohr F'' in den Kasten B'' fließt, in dem sich die rotirende Sortirtrommel A'' befindet. Auch hier theilt sich die Masse in der Weise, daß das feinere durch das Sieb in

das Innere der Trommel, und durch die Oeffnung e'' und das Rohr F''' in den Kasten B''' zum letzten Siebe A''' läuft, um nun zuletzt durch dieses Sieb von den feinen, unbrauchbaren, staubartigen Theilen befreit zu werden, die mit dem Wasser durch die Oeffnung e''' wegschwimmen. Es bleibt daher auf der Siebtrommel A''' die feinste, auf der Siebtrommel A'' die mittelfeine Masse zurück. Um sie in die Sammelbehälter E''', E'' und E zu schaffen, sind die Abnehmerwalzen L'', L' und L angebracht, welche die an der Oberfläche der Siebtrommeln angesammelten Fasern abnehmen und vermittelst der Abstreicher M''', M'' und M in die mit Siebböden ausgestatteten Fächer E''', E'' und E werfen, denen sie direkt zum Verbrauche oder zum weiteren Entwässern entnommen werden. — Liegt die Absicht vor, nur die auf der Trommel A''' liegen gebliebenen Fasern zu verwenden und dann die von der Trommel A'' abgenommenen Fasern noch einmal zu mahlen, so gelangen diese, nachdem sie durch eine Flügelwelle N wieder genügend mit Wasser durchmischt sind, in eine seitwärts angebrachte Cisterne und von hier vermittelst einer Pumpe o in den Raum B', um den Kreislauf von Neuem zu beginnen.

4. Entwässern und Trocknen.

Die von den Sortirsieben gewonnenen brauchbaren Fasern werden in den Fällen, wo sie unmittelbar Verwendung finden, wo also die Holzschleiferei einen Theil der Papierfabrikation ausmacht, nachdem das Wasser abgelaufen ist, keiner weiteren Behandlung unterworfen. Wenn sie aber in größeren Mengen aufbewahrt oder versandt werden sollen, ist es zweckmäßig oder nothwendig, sie von dem größten Theile des Wassers zu befreien. — Bei dieser Entwässerung pflegt man zwei Methoden zu befolgen, indem man entweder das Wasser so weit entfernt, daß 66 Proz. davon in der Masse bleiben, oder indem man das Fabrikat lufttrocken macht, wo es nur noch etwa 12 bis 15 Proz. Wasser enthält. Nach der ersten Methode gewinnt man eine Masse, welche sich mit Leichtigkeit im Holländer wieder zerfasert, während der lufttrockene Holzschliff der Auflösung bedeutende Schwierigkeiten entgegenstellt. Deshalb wird überall, wo es die Verhältnisse, namentlich die Transportkosten gestatten, nach der ersten Methode verfahren und die Entwässerung auf besonderen Entwässerungsmaschinen vorgenommen. Soll dahingegen der Wassergehalt auf 12 bis 15 Proz. verringert werden, so ist die Anwendung von Wärme zum Trocknen nicht zu umgehen.

Die Schwierigkeiten, welche sich bei einer Wiederauflösung des lufttrockenen Holzschliffes zeigen, sind übrigens bei verschiedenen Holzsorten nicht gleich, wie sich leicht aus der Beschaffenheit der letzteren erklärt. Weil nämlich sämmtliche Nadelhölzer mehr oder weniger Harz enthalten, das durch das Schleifen nicht entfernt wird, aber beim Trocknen in der Wärme als ein kräftiges Klebmittel wirkt und so die Fasern zusammenleimt, liefern sie eine Masse, welche getrocknet besonders fest und hart, demnach gegen die Zerfaserung äußerst widerstandsfähig ist. Die Laubhölzer dahingegen besitzen inkrustirende Substanzen,

welche eingetrocknet in viel geringerem Maße die Fasern verbinden und demnach bedeutend leichter eine Auflösung ermöglichen.

Die Entwässerung kann wegen der großen Aehnlichkeit, welche zwischen Holzschliff und Halbstoff vorhanden ist, nach den bei diesem S. 131 erörterten Methoden, also am zweckmäßigsten durch Pressen und Absieben und zwar, aus dort bereits geltend gemachten Gründen für die Art des Absiebens, am erfolgreichsten durch Absieben in der Weise vorgenommen werden, daß der Entwässerungsprozeß in ununterbrochener Weise auf einem endlosen, sich stetig bewegenden Siebe vor sich geht und den Holzschliff in Gestalt von Platten (Pappen) abliefert. Je nachdem das Sieb auf dem Gerippe eines Zylinders, oder zwischen zwei horizontalen Walzen mit horizontaler Siebfläche ausgespannt wird, unterscheidet man zwei Arten Entwässerungsmaschinen mit dem Namen Zylindersiebmaschine und Langsiebmaschine. — Von diesen Maschinen findet die Zylindersiebmaschine wegen ihrer einfachen Anordnung am häufigsten, und bei Nadelholz wohl ausschließlich Anwendung, während die Langsiebmaschine vornehmlich bei Aspenschliffentwässerung gebraucht wird. Daher mag an dieser Stelle die Beschreibung einer Zylindermaschine bewährter Konstruktion aus der Fabrik von Voith in Heidenheim genügen. Dieselbe ist durch Fig. 65 (a. f. S.) im Längenschnitte und etwa $^1/_{20}$ nat. Gr. dargestellt. Man erkennt zunächst einen vor der Maschine liegenden Kanal *A*, aus welchem der gehörig mit Wasser vermischte Schliff dem Blechtroge *B*, und zwar zur Vermeidung des Spritzens durch die Vorkammer *a* zufließt, in welchem er durch die rotirenden Rührschaufeln *bb* stets im Auftriebe erhalten wird. In demselben Troge bewegt sich der mit Siebzeug überzogene Siebzylinder *C* von 90 cm Durchmesser und 1,5 m Länge, in der Richtung des Pfeiles, gegen den die Masse vermöge des hydraulischen Druckes sich so kräftig anlegt, daß das Wasser durch die Maschen nach innen dringt und den entwässerten Schliff auf der Oberfläche als eine lockere Pappe zurückläßt, welche mit der Trommel fortbewegt und am oberen Scheitel derselben abgenommen wird. Zum Abnehmen dient ein grobes Wollgewebe, sogenannter Filz *F*, welches um die Walze *D* läuft und sich mit einer solchen Kraft gegen die Pappe legt, daß diese durch Ansaugen an demselben haften bleibt. Der erforderliche Andruck wird hierbei durch die Walze hervorgebracht, welche zu dem Zwecke mit den zwei Endzapfen in Armen *E* liegt, die bei *c* gelenkartig mit dem Gestelle *G* verbunden sind. Der Filz *F* transportirt die Pappe über die Leitwalze durch das Walzenpaar *HJ*, dessen Oberwalze *H* an jedem Zapfen vermittelst des durch einen Hebel *h* auf das Lager wirkenden Gewichtes *Q* mit einem solchen Drucke die Pappe auspreßt, daß dieselbe in einem Zustande aus der Maschine tritt, der ein sofortiges Einstampfen in Säcke gestattet. Damit diese Entwässerungsmaschine ununterbrochen in gleichbleibender Weise arbeiten kann, ist der Filz fortwährend gehörig trocken, gespannt und rein zu halten. Zu dem Zwecke passirt der Filz die Führungsrollen *dfhik*, die Regulirrolle *e* mit den Regulirschrauben *j*, die Spannwalze *g*, welche in zwei gezackten Schlitten *t* liegt, die mittelst der Schrauben *s* verschoben werden können, die Reinigungswalze *k*, auf welche durch das Rohr *r* ein kräftiger Wasserstrahl gespritzt wird, den mit Wasser gefüllten Trog *l*, dann den Ventilator *p*, und endlich die Preß-

walzen *m n*, welche durch das Gewicht der Oberwalze *n* und das auf die Zapfen dieser Oberwalze wirkende Hebelgewicht *q* den Filz scharf auspressen und von

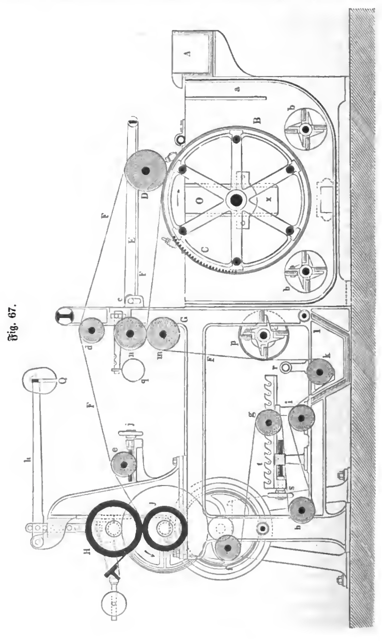


Fig. 67.

Wasser befreien. — In demselben Maße, in welchem das Wasser durch die Siebtrommel in das Innere der letzteren tritt, muß für die Fortschaffung desselben Sorge getragen werden. Zu diesem Zwecke werden beide Stirnflächen frei gelassen, aber mit ihren abgedrehten Rändern innerhalb Ringe bewegt, welche an der Innenwand des Bottiches *B* sitzen und eine möglichst vollständige Abdichtung zwischen der Siebtrommel und der Wand gewähren. An jeder Seite des Bottiches befindet sich sodann eine Tasche *O* so an die Wand sich anlehnend, daß diese an dieser Stelle die Form ⎯⎯⎾⎺⏋⎯⎯ eines vertikalen Kanales annimmt, in den das Wasser aus dem Zylinder eintritt, um durch ein seitwärts angebrachtes Rohr abzufließen. Diese Tasche reicht, wie die Figur erkennen läßt, bis x tief unter die Zylinderachse, so daß bei genügender Weite der Tasche und dem tiefsten Stande des Wassers in derselben das Niveau im Inneren des Zylinders auch bis x abwärts reicht. Hierdurch entsteht eine Höhendifferenz zwischen dem Stoffe im Behälter *B* und dem Wasser in der Trommel *C* und in Folge dieser Differenz ein Anpressen der Fasermasse an das Sieb, sowie zugleich ein Durchfließen des Wassers, d. h. ein gewisser Grad der Entwässerung, der ein Abnehmen des sich auf dem Siebe allmählich bildenden, mehr oder weniger starken Blattes durch das Filzband ohne Ende ermöglicht. Zur Regulirung des Wasserablaufens ist in jeder Tasche ein verstellbarer Schützen und zum Reinhalten der Oberfläche der Preßwalze *H* ein Schaber angebracht. Die Walze *D*, welche sich so fest an das Zylindersieb anlegt, daß dieses davon mitgenommen wird, muß sich sehr dicht anschließen und deshalb mit nachgiebigem Materiale unter dem Filze und zwar, entweder mit vulkanisirtem Kautschuk oder mehreren Filzlagen überzogen sein. Der Druck der Preßwalzen *H* und *J* ist so groß zu wählen, daß der Holzschliff mit einem Wassergehalte von 40 Proz. aus dieser Maschine herauskommt; man rechnet dann auf einen Arbeitsaufwand von $^1/_2$ bis 1 Pferdestärke und eine Leistung von 1500 bis 2000 kg trocken gedachten Stoff in 24 Arbeitsstunden.

Da die beim Entwässern von Holzschliff in Anwendung stehende Langsiebmaschine sich von der Zylindermaschine nur dadurch unterscheidet, daß statt des Zylindersiebes *c* ein als ein Tuch ohne Ende mit horizontaler Siebfläche ausgespanntes Drahtsieb vorhanden ist, dem der mit Wasser schwimmend erhaltene Holzschliff direkt aus dem Kanale *A* zuläuft, und somit eine sehr vereinfachte Papiermaschine mit gerader Form darstellt, so kann bezüglich ihrer weiteren Anordnung auf die Abhandlung über die Papiermaschine verwiesen werden.

In einzelnen Fällen erfolgt nicht unzweckmäßig die Entwässerung auf Zentrifugen (S. 132), oder auch wohl weniger zweckmäßig mit Pressen und zwar hydraulischen. Bei Anwendung der letzteren schlägt man den vorher abgetropften Holzschliff in grobe Preßtücher aus Hanfgewebe und preßt zu flachen Kuchen zwischen Preßbrettern aus.

Ein Trocknen der Holzschliffmasse, um den Wassergehalt auf 12 bis 15 Proz. zu erniedrigen, sollte aus oben erwähnten Gründen und auch deshalb so viel wie möglich vermieden werden, weil dasselbe nur mit Zuhülfenahme höherer Temperatur schnell genug durchgeführt werden kann, dann aber bedeutende Betriebserweiterungen fordert. Ist man zum Trocknen gezwungen, so bringt man den Schliff erst auf einer Entwässerungsmaschine in die Form von Pappen und

trocknet diese darauf in gleicher Weise, wie später bei der Fabrikation von Pappen erörtert wird.

Die Ausbeute an lufttrockenem Holzschliffe hängt natürlich von mancherlei Umständen ab, so namentlich von der Beschaffenheit des Holzes, der Schleif- und Mahlsteine, von der Anpressung und dergl., weil diese Umstände mehr oder weniger den Abgang bedingen. Als erfahrungsmäßiger Durchschnitt ist aber anzunehmen, daß man auf 100 Gewthle. lufttrockenen Holzschliff etwa 170 Thle. von Rinde und Aesten befreites, ebenfalls lufttrocken gedachtes, oder 250 Thle. frisch gefälltes, waldnasses, rohes Holz rechnen kann, was fast genau einer Ausbeute von 40 Proz. entspricht.

5. Bleichen des Holzschliffes.

Die durch Schleifen auf Steinen gewonnenen Holzfasern besitzen naturgemäß zunächst diejenige Farbe, welche dem Holze eigenthümlich ist, von dem sie abstammen, d. h. selten diejenige Weiße, welche zur Herstellung weißer Papiere erforderlich ist. Aus diesem Grunde hat man dieselben auch zu bleichen versucht, ohne jedoch bis jetzt zu einem Verfahren gelangt zu sein, das leicht und ohne erheblichen Aufwand von Kosten sicher zum Ziele führt. Am beachtenswerthesten ist die von der Gesellschaft für Holzstoffbereitung zu Grellingen aufgebrachte Methode, welche in der Anwendung von gasförmiger schwefliger Säure besteht und in der Weise ausgeübt wird, daß man den noch feuchten Holzschliff von der Entwässerungsmaschine in Gestalt kleiner Flocken auf ein Lattentuch bringt, welches denselben in einen Kasten schüttet, dem von anderer Seite die durch Verbrennen von Schwefel gebildete schweflige Säure zuströmt. Um dabei eine innige Berührung der Säure mit dem Schliffe hervorzubringen, wird letzterer in dem Kasten durch eine mit Schlagleisten besetzte Welle beständig aufgerührt und dem einströmenden Gase entgegengeführt. Der mit Gas gesättigte Schliff fällt aus dem Bleichkasten in Säcke oder andere Behälter, um dann noch 15 bis 20 Tage der Nachwirkung der schwefligen Säure zu unterliegen (D. R.-P. 12 749). — Nach Scheidt in Freiburg (D. R.-P. Nr. 30 978) wird Holzschliff gebleicht, indem man denselben getrocknet in einem geschlossenen Raume mit Schwefelkohlenstoff, welcher 2 bis 3 Proz. Schwefelsäure enthält, erst bei 55°, dann kalt auszieht. — Es ist wohl kaum zu erwarten, daß diese Methode im Großen Anwendung finden wird, theils wegen der Unkosten, theils wegen der Feuersgefahr.

Die Ursache für die Schwierigkeit des Entfärbens ist zum größten Theile in den harzigen Stoffen zu suchen, welche die farblose Zellulose umgeben und gegen die Einwirkung der gewöhnlichen Bleichmittel in sehr hohem Grade schützen, weshalb die Bleichung des Holzschliffes nach Entfernung der Harze ꝛc. viel leichter von Statten geht, wie bei der Gewinnung der auf chemischem Wege ausgeschiedenen Fasern erörtert werden soll.

6. Brauner Holzschliff.

Außer der unansehnlichen Farbe ist dem gewöhnlichen Holzschliffe noch eine große Starrheit eigen, welche sich namentlich in dem Verhalten bei der Papierbildung zeigt, indem es nicht möglich ist, denselben ohne einen erheblichen Zusatz von Hadernstoff zu verfilzen. Diese Starrheit ist ebenfalls durch die Anwesenheit der Inkrustationen begründet, welche zugleich die Sprödigkeit der Fasern und in Folge dessen die Entstehung kurzer Fasern beim Abschleifen verursachen. Eine wenn auch nur theilweise Beseitigung dieser Substanzen vor dem Schleifen muß daher eine höchst günstige Wirkung auf die Beschaffenheit des Holzschliffes ausüben und wird deshalb auch mitunter in der Weise vorgenommen, daß man die zum Schleifen bestimmten Holzstücke der Einwirkung hoch gespannten Dampfes unterwirft. Dies geschieht am einfachsten in einem aufrechtstehenden Kessel, in dem man die Holzstücke etwa drei Stunden unter einem Drucke von 4 bis 5 Atm. mit Dampf behandelt, dann mit hineingelassenem, siedendem Wasser kocht und endlich von der entstehenden dunkelbraunen Flüssigkeit trennt, indem man diese aus einem unten angebrachten Rohre unter Dampfdruck austreibt. Die gedämpften Klötze enthalten in Folge der Beseitigung der Extraktivstoffe und einer wenn auch nicht vollständigen Zersetzung des Lignins die Fasern in bedeutend gelockertem und biegsamerem Zustande, schleifen sich leicht und geben einen langfaserigen, geschmeidigen und in dem Grade verfilzbaren Stoff, daß derselbe ohne jeden Zusatz jenes zum Einpacken rasch beliebt gewordene, sogenannte Lederpapier liefert. Der so gewonnene Dampfholzschliff zeichnet sich durch eine stark braune Farbe (daher brauner Holzschliff) aus, welche offenbar durch eine chemische Aenderung hervorgebracht wird, wie daraus zu vermuthen ist, daß sich in den Kochern außerdem Ameisensäure bildet, welche zur Vermeidung der schnellen Kocherzerstörung eine Auskleidung der letzteren mit einem schützenden Ueberzuge verlangt, wozu sich Kupfer am besten bewährt hat. — Eine Bleichung des braunen Holzschliffes soll mit Oxalsäure dadurch zu erreichen sein, daß man dem Wasser davon $1^1/_2$ bis 2 Proz. vom Holzgewichte zusetzt und die Kochung auf 8 bis 10 Stunden ausdehnt.

Die Herstellung von braunem Holzstoffe ist besonders von Rasch (Schweden) und E. Kirchner in Frankfurt a. M. ausgebildet (D. R.-P. Nr. 18447). Nach diesem Verfahren werden die Holzklötze gedämpft, dann in haselnußgroße Stücke gehackt, darauf unter den Steinen eines Kollerganges (S. 94) oder einem Stampfwerk zerquetscht (S. 93) und schließlich auf dem Zentrifugalholländer (S. 173) fertig zerfasert. Für Pappen und grobe Packpapiere ist dieser Stoff direkt verwendbar; für andere Papiere wird er wie der Holzschliff sortirt.

7. Anlage von Holzschleifereien.

Die Anlage einer Holzschleiferei ist in erster Linie durch einen leichten und ausreichenden Bezug des betreffenden Rohmateriales, also der geeigneten Holz-

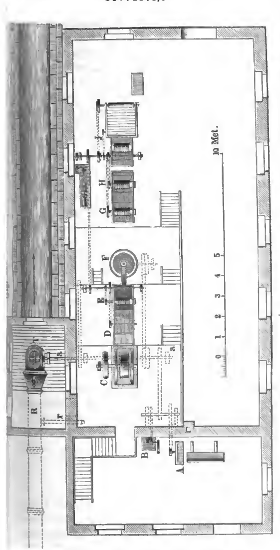
gattungen bedingt und hierbei darauf zu sehen, daß die Hölzer in geeigneten Dimensionen und in möglichst frischem, d. h. nassem Zustande zu beschaffen sind, weil das waldnasse Holz sich nicht nur mit dem geringsten Arbeitsaufwande zerfasern läßt, sondern auch bessere, d. h. geschmeidigere Fasern liefert, als trockenes Holz. In solchen Gegenden, welche aus örtlichen und anderen Verhältnissen das Fällen des Holzes nur im Winter gestatten, sollen leicht Einrichtungen getroffen werden können, welche das Austrocknen des Holzes verhindern, oder wenigstens ein Durchnässen desselben vor dem Verschleifen ermöglichen und demnach einfach in Wasseransammlungen bestehen, deren Größe dem Holzverbrauche angepaßt ist. Außerdem ist der Transport des Holzes durch Flößen den anderen Transportmitteln vorzuziehen.

Bezüglich der Stammdicken ist zu bemerken, daß zwar die starken Hölzer verhältnißmäßig weniger Abfall, aber ihres Alters wegen auch brüchigere Fasern geben, in der Regel auch höher im Preise stehen, daß man deshalb durchschnittlich Stämme von 8 bis 30 cm Durchmesser vorzieht.

Ein anderer bedeutungsvoller Punkt bezüglich der Wahl eines Ortes für die Betreibung einer Holzschleiferei betrifft die Betriebskraft und den Wasserverbrauch. — Wenn auch die Angaben über die Größe der Betriebskraft selbstverständlich aus manchen Ursachen (Schleifsystem, Qualität des Produktes, Steinbeschaffenheit ꝛc.) ziemlich von einander abweichen, so weisen sie erfahrungsmäßig doch Zahlen aus, welche in Verbindung mit dem Durchschnittspreise des Holzschliffes erkennen lassen, daß nur leicht zu beschaffende Wasserkräfte sich als Betriebskraft eignen. — Nach zuverlässigen Angaben soll man als Grundlage, insbesondere für größere Anlagen, eine Betriebskraft von einer Pferdestärke für 0,5 kg lufttrocken gedachten Holzschliff in der Stunde rechnen können. Bei zehnstündiger Tagesarbeit und 300 Arbeitstagen im Jahre würden demnach

Fig. 68.

75 000 kg = 1500 Ztr. Holzschliff eine Betriebskraft von 50 Pferdestärken beanspruchen, weil $\frac{75\,000}{300.10.0,5} = 50$ ist. Hierzu mag bemerkt werden, daß man wegen der bedeutenden Geschwindigkeit der Steine ꝛc. im Allgemeinen als Kraftmaschine Turbinen den Vorzug giebt, ohne deswegen selbstverständlich gewöhnliche Wasserräder auszuschließen. Bezüglich des für die Schleiferei selbst erforderlichen Wasserbedarfes (ohne das Kraftwasser) kann man als Durchschnitt einen Verbrauch von 1 cbm Wasser auf 50 kg trocken gedachten Holzschliff pro Stunde annehmen.



Bei der inneren Anlage einer Holzschleiferei ist vor Allem eine solche Verbindung zwischen den einzelnen Vorrichtungen anzustreben, daß der Transport des Rohmaterials zu den Schleifern, des Halbfabrikates zu dem Splitterfange, der Feinmühle und den Sortirsieben, sowie des fertigen Fabrikates zu der Entwässerungsmaschine möglichst ununterbrochen und so weit als thunlich ohne mechanische Hülfsmittel und der Umtrieb sämmtlicher bewegter Theile von einer Stelle aus erfolgt. Der Transport des durch das Schleifen erhaltenen Halb- und Ganzfabrikates kann deshalb, weil man für die verschiedenen Operationen eine bedeutende Menge Wasser benöthigt, in einfachster Weise mit Hülfe des Wassers

selbst ausgeführt werden, wenn man die einzelnen Theile in verschiedenen Höhenlagen aufstellt, und ist es deshalb allgemein Regel geworden, eine Etagenaufstellung zu wählen, bei welcher der Schleifer am höchsten, die Entwässerungsmaschine am tiefsten steht. Dabei ist selbstverständlich das Herbeischaffen des Rohmateriales zu den Schleifern mit einer Hebung verbunden, die am passendsten durch einen Aufzug vermittelt wird, nachdem die Klötze vorher zersägt, ausgebohrt und geschält wurden. Aus diesen Erwägungen ergiebt sich leicht als höchst zweckmäßig eine aus der Maschinenfabrik von F. W. Strobel in Chemnitz hervorgegangene Anlage, welche durch die Figuren 68 u. 69 (a. v. S.) dargestellt ist. Das in einem zur ebenen Erde gelegenen Lokale aufgespeicherte Holz wird zunächst durch die bei *A* angebrachte Kreissäge in Längen von 0,5 m geschnitten, bei *B* ausgebohrt, geschält und gespalten und sodann vermittelst eines neben *B* angebrachten Elevators zu dem Schleifer *C* befördert. Vom Schleif- und Spülwasser getragen, läuft der Schliff darauf durch eine quer vor dem Schleifer liegende Rinne in den Splitterfänger *D*, und von hier in die erste (Vor-) Sortirtrommel *E*. Der auf der Oberfläche dieses Trommelsiebes liegen bleibende Schliff wird mittelst einer Holzwalze abgenommen, von dieser mittelst eines Schabers entfernt und durch eine einfache Transportschnecke der Feinmühle *F* zugeführt. Der hier verfeinerte Stoff vermischt sich darauf wieder mit dem aus dem Sortirsiebe *E* herlaufenden, um mit diesem vereint auf die Sortirtrommel *G* zu gelangen, auf der wieder ein Theil zurückbleibt, der durch eine Walze abgenommen wird. Die feineren gehen durch auf den Siebzylinder *H* und scheiden sich hier nochmals in Nr. 1 und Nr. 2, wovon der feinste durch die Siebfläche ins Innere und endlich auf die Entwässerungsmaschine *J* gelangt, welche ihn in einen transportfähigen Zustand bringt. Der auf *H* liegen gebliebene Schliff Nr. 2 wird oft für sich durch Walzen abgenommen und direkt verbraucht, oft auch mit dem von *G* zurückgehaltenen Schliffe gemischt, aus einem Sammelbassin mit Hülfe einer Zentrifugal- oder Kolbenpumpe wieder auf die Feinmühle *F* gepumpt, um den Kreislauf wiederholt durchzumachen.

Die Bewegung sämmtlicher Maschinen und Apparate bewirkt eine Turbine *T* vermittelst der Hauptwelle *aa* durch Riementransmission. Das Schleifwasser wird dem Turbinenzuleitungsrohre *R* durch das kleinere Rohr *r* entnommen.

B. Holzzellstoff.

Bei dem Holzschliff ist zwar durch die große Menge des darüber hinweg gelaufenen Wassers der bedeutendste Theil der in Wasser löslichen oder in dem Holzsaft suspendirten Stoffe gelegentlich der Trennung der Faserbündel weggewaschen, allein es bleibt das in Wasser unlösliche Lignin noch so vollständig mit demselben verbunden, daß die Gewinnung reiner Zellulose durch mechanische Zertheilung allein nicht möglich ist.

Wird Holz mit Wasser unter hoher Temperatur gekocht, so entsteht (S. 181) eine braune Fasermasse, welche zwar bedeutend weniger Lignin enthält, aber dem

Bleichen mit den gewöhnlichen Bleichmitteln einen noch größeren Widerstand entgegensetzt als der Holzschliff und daher wohl mit Bestimmtheit eine chemische Veränderung des Lignins bekundet, welche eine Abscheidung des letzteren von der Zellulose verhindert. Nach den neuesten Untersuchungen von Frey (The technical aspect of lignification, Journ. of the society of arts 1883) über Verholzung, bilden sich nämlich bei dieser Behandlung des Holzes Verbindungen, welche einer Oxydation ihre Entstehung verdanken und der Gewinnung reiner Zellulose besonders hinderlich sind. Da für diese Annahme noch andere schon früher bekannte Erscheinungen sprechen, wie z. B. die Bildung der Ameisensäure, (CH_2O_2) beim Dämpfen des Holzes in einer Temperatur von 150°, also der Dampfspannung von 4,5 Atmosphären, die Zersetzung des Lignins ($C_{19}H_{24}O_{10}$) durch Salpetersäure unter Entwickelung salpetriger Säure, das Gelb- und Braunwerden des Holzes bei höherer Temperatur und Gegenwart von Wasser unter Bildung von Essigsäure ($C_2H_4O_2$), so kann aus diesem Grunde die Annahme gelten, daß zur Gewinnung von Zellulose (Holzzellstoff) diejenigen Substanzen, welche das Lignin ausmachen, in Formen übergeführt werden müssen, welche eine Abscheidung von der Zellulose ohne die geringste Veränderung der letzteren ermöglichen, wenn man die entstehenden Oxydationsprodukte im Augenblicke ihrer Entstehung an Körper bindet, welche damit wasserlösliche Verbindungen eingehen, oder die Oxydation so leitet, daß überhaupt lösliche Oxydationsprodukte entstehen, oder endlich hohe Temperaturen bei gleichzeitiger Anwesenheit reduzirender Mittel in Anwendung bringt.

Da nun Payen im Jahre 1840 fand, daß die inkrustirende Substanz mit Salpetersäure lösliche Verbindungen bildet und daher Holzzellstoff durch Behandlung mit dieser Säure gewonnen werden kann, so wurde er der Begründer des auf Herstellung löslicher Oxydationsprodukte beruhenden sogenannten Säureverfahrens.

Im Jahre 1852 stellten Coupier und Mellier Versuche mit Alkalien, insbesondere mit Natron, an und kamen zu Ergebnissen, welche nach und nach zu jenem Verfahren führten, das auf dem Prinzipe beruht, die bei hoher Temperatur und Gegenwart von Wasser gebildeten Säuren sofort durch Alkalien zu neutralisiren und in wasserlösliche Verbindungen überzuführen. So entstand das Alkaliverfahren oder, da dasselbe der billigen Ausführung halber ausschließlich mit Natron ausgeübt wird, das Natronverfahren.

Seit dem Jahre 1866 beschäftigte sich in England Frey mit der Auffindung von Mitteln, das Holz auf anderem Wege als mit Natron zu zerfasern, und fand zunächst, daß Wasser bei hoher Temperatur (150°) das Holz zu zersetzen vermöge und eine leicht zerreibliche braune Fasermasse gebe, welche aber mit gewöhnlichen Bleichmitteln sich nicht bleichen lasse. Die Ursache dieses Verhaltens in einer beim Kochen vor sich gehenden Oxydation des Lignins und der Bildung von Stoffen suchend, welche der Bleichwirkung des Chlors hartnäckigen Widerstand leisten, kam Ekman zu Bergvik in Schweden, der die Versuche leitete, auf den Gedanken reduzirende Mittel in Anwendung zu bringen und wählte dazu die schweflige Säure. Das Ergebniß dieser Versuche mit schwefliger Säure bei höherer Temperatur bestand in der direkten Gewinnung

von 40 bis 50 Proz. brauchbarem Holzstoff und der Wahrnehmung, daß bei dieser Methode 20 Proz. der inkrustirenden Substanzen mehr aufgelöst wurden, als bei der Behandlung mit hoch erhitzten Wasserdämpfen. Da bei diesem Vorgange die schweflige Säure (Schwefeldioxyd) am zweckmäßigsten an Basen gebunden angewendet und durch diese zugleich die etwa entstehende Schwefelsäure (Schwefeltrioxyd) sofort neutralisirt wird, damit sie nicht zerstörend auf die Zellulose einwirkt, so verwendete Ekman die schweflige Säure in der Form von schwefligsaurer Magnesia (Magnesiumsulfit). Somit begründete Ekman das Sulfitverfahren, als das dritte Verfahren, welches durch Anwesenheit reduzirender Agentien charakterisirt ist.

Man kann demnach augenblicklich drei Hauptmethoden zur Gewinnung von Holzzellstoff unterscheiden:

1. das Säureverfahren,
2. das Natronverfahren,
3. das Sulfitverfahren.

1. Das Säureverfahren.

Nachdem Payen die Entdeckung gemacht hatte, daß sich das Lignin in Salpetersäure auflöse, wurde nicht nur diese Säure, sondern außerdem auch Königswasser (Fredet und Matussière), Salzsäure (Bachet und Machard), sowie Schwefelsäure (Arnouli) zur Darstellung von Zellulose vorgeschlagen und benutzt. Das Verfahren bestand in fast allen Fällen darin, daß Späne oder dünne Scheiben von Holz mit der Säure übergossen und damit eine solche Zeit in Berührung gelassen wurden, bis die Auflösung der Inkrustationen erfolgt war. Dann unterwarf man sie einem Wasch-, Mahl- und Sortirprozeß. — Wenn man bedenkt, mit welchen Gefahren für die Gesundheit der Arbeiter dieser Prozeß verbunden ist und wie schwer es hält, passende Gefäße und Apparate dafür zu beschaffen, so begreift man leicht, daß man diese ganze Methode verließ, als eine andere, diese Uebelstände nicht besitzende, gefunden war.

2. Das Alkaliverfahren.

Dieses Verfahren, welches die Auflösung des Lignins in Wasser bei Gegenwart von Alkali in höherer Temperatur bezweckt und wegen der Billigkeit des Natrons sich ausschließlich auf die Verwendung dieses Alkalis beschränkt und deshalb gewöhnlich kurz Natronverfahren heißt, wurde zuerst in größerem Maßstabe in Amerika eingeführt, wo 1862 die Manayunk Wood Pulp Works Company bei Philadelphia eine großartige Fabrik einrichtete, welche täglich 15 000 kg sog. Zellulose liefert. Da die in dieser Fabrik befolgte Methode für die später gegründeten Anlagen als Vorbild zu betrachten ist, so mag hier mit

einigen Worten diese Anlage beschrieben werden. — Das frisch gefällte Holz, fast ausschließlich Pappelholz, wird, von Aesten und Rinde befreit, zuerst auf einer äußerst kräftig gebauten Hackmaschine rechtwinkelig oder unter 45° quer gegen die Fasern in 10 bis 15 mm dicke Scheiben geschnitten, welche in Wagen fallen, die unter der Hackmaschine stehen und auf Schienen einem Aufzuge zugefahren werden, der sie in den ersten Stock des Gebäudes bringt. In diesen Stock ragen 11 senkrecht aufgestellte Kessel von 1,5 m Durchmesser und 5 m Höhe mit halbkugelförmigen Enden und durchlöchertem, doppeltem Boden und Deckel so weit hinein, daß sie sich mit dem zerhackten Holz bequem beschicken lassen. Nachdem sie mit etwa 1400 kg Holz und einer Aetznatronlauge von 12° Beaumé gefüllt sind, wird ihr Inhalt durch freies Feuer, welches die Kessel umspielt, allmählich ins Kochen gebracht und etwa sechs Stunden bei einer Spannung von sechs bis acht Atmosphären (160 bis 172° C.) gekocht. Nach Ablauf dieser Zeit werden die Kessel dadurch entleert, daß man einen unten an denselben angebrachten Schieber öffnet und durch ein seitwärts an diesen Schieber sich anschließendes Rohr den Inhalt unter dem vollen Kesseldrucke in senkrechte Blechbehälter von 4 m Durchmesser und 3 m Höhe abbläst. Indem dabei der hochgespannte Dampf aus diesem Blechbehälter zum Vorwärmen von Wasser in große Wasserbehälter abströmt und sich kondensirt, sinkt die gekochte Masse auf untergeschobene große Rollwagen, die zugleich als Abtropfkästen dienen und einen Theil der Lauge ablaufen lassen, der durch eiserne Röhren in große Behälter und von diesen zur Wiedergewinnung des Natrons in Flammöfen gelangt. — Nach dem Abtropfen wird die Masse mit wenig heißem Wasser abgespült und dieses Spülwasser der abgelaufenen Lauge zugefügt. Ein ausgiebigeres Waschen erfolgt sodann in Waschholländern, welche so groß sind, daß sie den Inhalt eines Kochers (etwa 400 kg trockenen Stoff) aufnehmen. Nach gehöriger Zerkleinerung und Waschung gelangt der hellgraue Stoff in einen Rührbottich und von hier durch Pumpen auf eine Entwässerungsmaschine, um in nasse Pappen verwandelt zu werden, welche später, in Bleichholländern wieder aufgelöst, den üblichen Bleichprozeß durchmachen und endlich abermals (auf Zylindertrockenmaschinen) die Gestalt von Pappen annehmen.

Das vorstehend beschriebene Verfahren, welches den Engländern Watt und Burgeß 1854 in Amerika patentirt wurde und eine sehr weiche, weiße, reine schwammige Fasermasse lieferte, welche mit wenig Hadern zu mittleren Schreib- und Druckpapieren verarbeitet, bald eine sehr große Verwendung fand, charakterisirt sich vor Allem durch die hohe Temperatur, die bei demselben sich nothwendig erwies. — Es unterstützt ferner durch die guten Resultate die Vermuthung, daß die Zersetzung des Lignins eine Folge der Erhitzung und der damit bei anwesendem Wasserdampf Hand in Hand gehenden Oxydation und Reduktion ist, und daß die Anwesenheit des Natrons nur zum Theil zur Verseifung der Harze und harzähnlichen Stoffe, zum Theil zur Neutralisirung der entstandenen Säuren dient, mit welchen sich lösliche Salze bilden, die sich mit den Extraktivstoffen rc. in jener braunen Flüssigkeit finden, die nach der Kochung abläuft.

Wenn auch örtliche Verhältnisse, Produktionsgröße u. dergl. selbstverständlich Abweichungen bedingen, und auf Grund von Erfahrungen mancherlei Ver-

besserungen angebracht werden konnten, so ist die genannte amerikanische Anlage doch als Grundlage für die zahlreichen Fabriken festgehalten, welche seit 1864 für die Erzeugung von sogenannter Natronzellulose eingerichtet wurden.

a. Lauge.

Von besonderer Wichtigkeit zum Gelingen des Kochprozesses ist natürlich die Kochtemperatur und die Stärke der Lauge, weshalb bei der Auswahl dieser Faktoren namentlich in der ersten Periode der Entstehung dieser Fabriken bedeutende Verschiedenheiten begreiflich sind, bis die Erfahrung die richtige Höhe feststellte. — So wurde u. A. 1869 von Keegan eine Spannung von 4,5 Atmosphären (150° C.) für genügend erklärt, während Lee 1870 bis auf 11 Atmosphären (186° C.) und Sinclair 1870 sogar auf 18 Atmosphären (210° C.) stieg. — Ungerer stellte als zweckmäßig (1872) fest: einen Druck von 3 bis 4 Atmosphären (134 bis 144°) für Laubholz und von 5 bis 6 Atmosphären (152 bis 159°) für Nadelholz, während Rosenhain 1878 wieder 10 Atmosphären (180°) angiebt. — In Anbetracht des bereits S. 181 erörterten Einflusses der Temperatur auf die Beschaffenheit der Zellulose erscheinen die Angaben von Ungerer die zweckmäßigsten. — Jedenfalls sollte man wegen der großen Gefahren, welche hohe Spannungen in Kochern von so bedeutenden Dimensionen darbieten, die Spannung von 10 Atmosphären (180° Kochtemperatur) nicht überschreiten. — In ähnlicher Weise wie die Temperaturen weichen auch die Mengen des verwendeten Aetznatrons und die Stärken der Laugen von einander ab. Nach dem Patent von Watt und Burgeß giebt man der Lauge eine Stärke von 12° B. und nimmt davon so viel, daß auf 100 Thle. trocken gedachtes Holz 21 Thle. Aetznatron von 60 Proz. kommen. — Sinclair gebraucht 25 Thle. Natron auf 100 Thle. Holz in einer Lösung von 14° B. — Nach Ungerer genügt bei Anwendung seines Systems eine Lauge, bei welcher 4 bis 5 Proz. kaustische Soda mit 60 Proz. Gehalt auf Laubholz und 6 bis 8 Proz. auf Nadelholz kommen. — Viel weniger aus einander gehend sind die Angaben über die Zeit des Kochens, welche fast allgemein zu 5 bis 6 Stunden für eine Kochung angegeben wird.

b. Kocher.

In konstruktiver Beziehung bieten die Kocher fast dieselben Unterschiede dar, wie diejenigen der Hadernkocher (S. 66), indem sie entweder aufrecht und feststehende Zylinderkocher oder liegende Drehkocher oder sich drehende Kugelkocher sind. Wenn man bedenkt, daß es, namentlich aus ökonomischen Gründen, geboten ist, stets große Holzmengen (1000 bis 2500 kg) auf einmal in Arbeit zu nehmen und demnach große Kochgefäße anzuwenden, so ist leicht einzusehen, weshalb man feste vertikale Kocher vorzieht, zumal erfahrungsmäßig die Bewegung der Masse in sich drehenden Kochern den Prozeß in keiner Weise fördert. Die Größe der

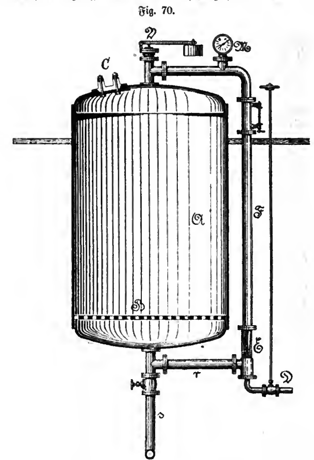
Kocher wechselt von etwa 1 bis 1,6 m im Durchmesser und 5 bis 10 m Höhe. — Die Beschickung erfolgt oben, die Entleerung unten, über einem falschen durchlöcherten und nach der Entleerungsstelle schräg abfallenden Boden.

Die Heizung der Kocher kann auf zweierlei Weise erfolgen, 1) direkt durch Feuer und 2) durch Dampf. Die direkte Heizung bietet den Vortheil, den solche Heizanlagen überhaupt besitzen: günstige Ausnutzung der Wärme, aber den namentlich hier in Betracht kommenden Nachtheil der unsicheren Druckregulirung, der Explosionsgefahr und der schnellen Zerstörung der Kocher. Aus diesem Grunde sind die direkten Feuerungen wohl fast überall durch Dampfheizung verdrängt, die entweder so eingerichtet werden kann, daß der in besonderen Kesseln erzeugte Dampf unmittelbar dem Inneren des Kochers zugeführt wird oder in Heizröhren zirkulirt, welche im Kocher liegen. Die letzte Anordnung gestattet mit großer Bequemlichkeit die sorgfältigste Druckregulirung, vertheuert aber die Anlage und erschwert die Instandhaltung. Die erstere Einführungsmethode dahingegen fordert sehr sorgfältige Bedienung, da die Pressung im Kocher nur allmählich gesteigert werden darf, zeichnet sich aber durch große Einfachheit in der Konstruktion aus. Da hierbei außerdem der Umstand, daß durch die Kondensation des Dampfes im Inneren des Kochers eine Verdünnung der Lauge eintritt, sich leicht dadurch ausgleichen läßt, daß man die Lauge in entsprechend größerer Konzentration einfüllt, sowie den auch ökonomisch vortheilhafteren trockenen Dampf anwendet, so ist dieses Heizsystem das empfehlenswertheste, wenn sorgfältige Wartung vorausgesetzt werden kann. — Es hat nicht an Vorschlägen und Konstruktionen gefehlt, um die Vortheile der direkten Heizung unter Vermeidung ihrer Nachtheile mit den Vortheilen der Dampfheizung zu vereinigen, doch haben dieselben bis jetzt nicht durchdringen können, weil dadurch Anlagen entstehen, welche der wünschenswerthen Einfachheit entbehren. Entweder befolgt man zu diesem Zwecke das von Dresel ausgebildete Prinzip, neben dem Kocher in einem Flammofen ein System von Röhren oder ein langes Schlangenrohr aufzuhängen, das mit einem Ende in den oberen und mit dem anderen Ende in den unteren Raum des vertikalen Kochers eintritt, so daß die Lauge ununterbrochen durch das im Feuer liegende Rohr und den Kocher kreist, oder man legt eine Dampfrohrspirale in ein besonderes Gefäß, durch welches die Lauge zirkulirt (System Dixon. Dingler's pol. Journ. 250, 117).

In beiden Fällen erreicht man übrigens noch den Vortheil, daß die Lauge durch die fortwährende Zirkulation in günstigster Weise zur Wirkung gelangt, ohne die mit dem drehenden Kocher verbundenen Uebelstände herbeizuführen. Denselben Rücksichten verdankt auch der in Fig. 70 (a. f. S.) gezeichnete Kocher von Körting in Hannover seine Anordnung, von welcher die Anwendung von Injektoren zur Erzeugung der Laugenzirkulation höchst beachtenswerth ist. Man erkennt in *A* den zylindrischen Kocher, welcher zunächst mit dem gelochten Boden *B* und dem zum Einfüllen des Holzes dienenden Mannloche *C*, sowie einem über dem Boden befindlichen Verschluß zum Entleeren versehen ist. Neben dem Kocher befindet sich ein Steigrohr *F*, das einerseits mit dem Dampfrohr *D*, andererseits durch Zweigrohre mit dem unteren und oberen Raume des Kochers in Verbindung steht, sowie bei *E* den bekannten Körting'schen Injektor trägt. Der

aus dem Kessel kommende, durch *D* zuströmende Dampf saugt vermittelst des Injektors *E* die unter dem Boden *B* gesammelte Lauge durch das Rohr *r* an, treibt sie durch das Steigrohr *F* in den oberen Kocherraum und bringt somit nicht nur eine gehörige Erwärmung, sondern auch eine starke Zirkulation der Lauge hervor, die nach dem Gebrauche und dem Abschlusse der Dampfströmung durch das Rohr *s* abgelassen wird. Voraussetzung für den Eintritt und die

Fig. 70.



Fortdauer der Laugenbewegung ist nur, daß der Druck im zuströmenden Dampfe stets eine Atmosphäre höher ist als die Spannung im Kocher. Zur Regelung dieser Spannungsverhältnisse, welche durch ein bei *M* angebrachtes Manometer zu erkennen sind, dient ein bei *V* angebrachtes Sicherheitsventil, dessen Belastung dem im Kocher verlangten Drucke angemessen ist.

Mit dem Ablassen der Lauge nach vollendetem Kochprozesse wird zwar auch der größte Theil der zur Auflösung gebrachten Extraktivstoffe beseitigt, allein ein

nicht unbedeutender Theil derselben bleibt von den Fasern zurückgehalten und würde sich mit denselben wieder fest verbinden, wenn man die Fasern damit abkühlen ließe. Aus diesem Grunde ist es sehr gerathen, unmittelbar nach dem Ablassen der Lauge mit dem Kocherinhalte ein Waschen oder Abspülen mit heißem Wasser oder mit Dampf vorzunehmen, indem man entweder aus einem besonderen Wasserbehälter oder dem Dampfkessel durch das Mannloch oder einen besonderen Rohransatz Wasser, oder auf dem gewöhnlichen Wege Dampf einläßt, dessen Spannung allmählich abnimmt. — In sehr vortheilhafter Weise kann das Auswaschen nach dem Prinzipe des kontinuirlichen Auslaugens mit einer Anreicherung des ablaufenden Wassers an Natron verbunden werden, um die Wiedergewinnung des letzteren vorzubereiten und einzuleiten. Entweder verfährt man dann nach der in der Sodalaugerei üblichen Methode (Lunge's Sodafabrikation II, S. 405), indem man eine oder mehrere Kocherfüllungen in eine Anzahl (5 bis 6) neben einander stehende Auslaugekästen (entsprechend große Holzkästen mit Siebböden) füllt und nun in der Weise auslaugt, daß man Wasser der Reihe nach, am zweckmäßigsten mittelst Dampfinjektoren, durch sämmtliche Kästen laufen läßt, so daß es aus dem letzten Kasten als ziemlich starke Lauge abläuft. Die Kästen werden dabei der Reihe nach entleert, gefüllt und so umgeschaltet, daß das Wasser zuletzt den neu gefüllten Kasten passirt. — Oder man schlägt nach dem Verfahren von Kirchner (Polyt. Journ. 243, 393) den entgegengesetzten Weg ein, indem man den Stoff noch heiß vom Kocher in ein Gefäß schafft, das einen Siebboden und eine Siebdecke besitzt, und der Reihe nach aus einer Anzahl (5 bis 6) um dieses Gefäß gestellter Kessel mehr oder weniger starke Lauge vermittelst Dampf auf den Stoff treibt und zwar so, daß die stärkste Lauge zuerst an die Reihe kommt, dann die zweitstärkste und zuletzt reines Wasser. Die stärkste Lauge nimmt dadurch den größten Theil des im noch ungewaschenen Stoffe sitzenden Natrons auf, wird als eine konzentrirte braune Jauche abgelassen und zur Wiedergewinnung des Natrons weiter wie unten behandelt. Dieses Verfahren hat den Vortheil, daß man das Auslaugen innerhalb zwei bis drei Stunden, also in einer Zeit vornehmen kann, welche ein Abkühlen der Masse nicht befürchten läßt und daher ein gutes Auswaschen gewährleistet.

C. Wiedergewinnung des Natrons.

Der große bei Sinclair bis auf 25 Proz. des Holzzellstoffes sich steigernde Verbrauch an Aetznatron macht eine Wiedergewinnung des Natrons aus der Lauge um so mehr nothwendig, als das Ablassen der Lauge in Flüsse und sonstige Wasserläufe wohl nur in den seltensten Fällen zulässig ist. Aus dem Grunde ist mit der Fabrikation von Holzzellstoff in der Regel eine Einrichtung verbunden, welche eine Wiedergewinnung des Natrons durch Verdampfen des Wassers und eine darauf folgende Zerstörung der organischen Stoffe durch Ver-

brennen derselben, also durch entsprechendes Glühen des durch das Abdampfen erhaltenen Rückstandes bezweckt.

Da das Eindampfen solcher Laugen um so schneller erfolgt, je größer in denselben der Natrongehalt ist, so kann es von diesem Standpunkte aus gerechtfertigt erscheinen, wenn man zum Kochen möglichst konzentrirte Lauge nimmt. Andererseits liegt die Thatsache vor, daß Natronlauge von gewisser Konzentration bei der hier angewendeten Temperatur die Zellulose durch Oxydation zerstört, nach Witz (Dingler's polyt. Journ. 250, 271) in Oxyzellulose verwandelt. Während also zu konzentrirte Laugen durch diese Umwandlungen einen großen Verlust zur Folge haben, giebt dem gegenüber eine schwache Lauge eine spröde dunkle Faser. Die Konzentration, welche sich insbesondere auch noch nach der Art und der Beschaffenheit des Holzes richtet, ist durchschnittlich derart, daß bedeutende Wassermengen verdampft werden müssen. Es erfolgt das Abdampfen daher am besten in großen Flammöfen, die am zweckmäßigsten so angeordnet sind, daß sie zugleich mit den Glühöfen in Kommunikation gesetzt werden können, um die stark konzentrirte Lauge sofort in diese abzulassen.

Im Allgemeinen stimmt die hier vorliegende Aufgabe daher mit der Fabrikation der Soda überein, weshalb das Eingehendere in Lunge's Handbuch der Sodafabrikation 2, 431 ff. nachgelesen werden mag. Hier sei nur in den Figuren 71 u. 72 ein passender, der Sodafabrikation entnommener Ofen (in $^1/_{120}$ n. Gr.) angeführt. Derselbe besitzt die zwei Arbeitsherde *d* und *e*, wovon der eine (*e*) höher liegt als der andere (*d*), um den Inhalt des ersteren leicht nach dem letzteren schaffen zu können. Die zum Abdampfen bestimmte Pfanne befindet sich bei *g*. Dieselbe wird von Steinsäulen getragen, um einerseits durch ein Abkühlen des Pfannenbodens ein Durchbrennen zu verhüten, andererseits denselben für Reparaturen leicht zugänglich zu machen. Die zum Glühen und Abdampfen erforderliche Flamme wird in dem Feuerraume *a* erzeugt, über die durch ein Wasserrohre kühl gehaltene Feuerbrücke *b* geführt, über den Glühherd *d*, den Vorglühherd *e* und endlich über die Abdampfpfanne *g* hinweg durch den Fuchs zur Esse geleitet. Die Lauge gelangt demnach zuerst in die Pfanne *g* und wird hier soweit eingedampft, daß sich feste Theile als sogenannter Stein ausscheiden. Ist dies geschehen, so zieht man das Gemenge aus der Pfanne auf ein vor derselben angebrachtes Abtropfsieb *ih*, um das Feste von dem Flüssigen zu trennen. Das letztere läuft in einen Trog und wird aus diesem vermittelst einer Pumpe nach *g* gebracht, um mit neuer Lauge weiter zu verdampfen. Den Stein bringt man dahingegen durch den Trichter *f* auf den Vorherd *e* zur vollständigen Entwässerung, um ihn dann mit Krücken in den Arbeitsraum *d* zu ziehen und hier zum Glühen zu bringen. Nach gehörigem, unter Durcharbeiten vor sich gehendem Glühen wird die nunmehr aus kohlensaurem Natron bestehende Masse aus dem Arbeitsraume *d* in bereit gestellte, eiserne Karren gezogen und in diesen sofort wieder den Auflösungsbottichen zugeführt, um hier in Wasser gelöst, ätzend gemacht und so für denselben Kreislauf von Neuem vorbereitet zu werden.

Eine andere, in neuester Zeit ausdrücklich für den in Rede stehenden Zweck von Siemens ausgeführte Anlage ist besonders dadurch bemerkenswerth, daß sie nicht nur die bei der Verdampfung der Lauge und dem Verbrennen der orga-

nischen Substanzen auftretenden, durch ihren widerwärtigen Geruch sehr belästigenden, empyreumatischen Oele ꝛc. beseitigt, sondern auch das Regenerativsystem zur Anwendung bringt. Die zum Abdampfen bestimmte Lauge gelangt, nach der durch die umstehende Skizze (Fig. 73) erläuterten Ausführung (Civilingenieur 1878, 529) von Schneider in Dresden, zunächst aus einem großen Sammelbassin in eine Vorwärmepfanne R, aus dieser, gehörig vorgewärmt, durch ein mit dem Pfeile a' angedeutetes Rohr in die erste Abdampfpfanne A, darauf durch ein mit b angedeutetes Rohr in die zweite Abdampfpfanne B und endlich aus dieser auf den Verbrennungs- oder Kalzinirherd C. Ist die Masse gehörig ausgeglüht, so wird sie durch die Thüren $t_1 t_2 \ldots t_5$ herausgezogen und über eiserne Klappen in den Kühlraum K geschafft, aus dem sie dann abgekühlt durch die Thüren $k k$ entfernt wird. Die zum Abdampfen und Kalziniren erforderliche

Fig. 71.

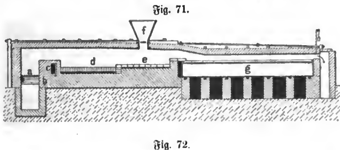
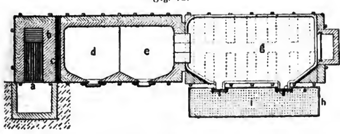
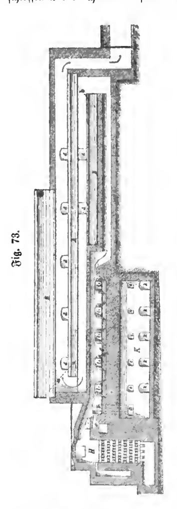


Fig. 72.



Wärme wird durch Luft zugeführt, welche aus dem Regenerator H in hoch erhitztem Zustande (etwa 1000°) heraustritt, zuerst den Herd C bestreicht und dann in der Richtung der Pfeile über B und A und unter R hinströmt, um mit Wasser beladen in die Esse zu gelangen. Um einen ununterbrochenen Betrieb zu ermöglichen, ist neben dem Kalzinirofen etwa bei der Thür t_5 noch ein zweiter Regenerator vorhanden, der abwechselnd mit H von besonders erzeugten Gasen erhitzt wird, die in demselben verbrennen, aber dann nicht über den Kalzinirherd sondern direkt zur Esse gehen. Angebrachte Wechsel gestatten eine entsprechende Umkehrung in der Weise, daß man die einzelnen Apparate unabhängig von einander in Thätigkeit bringen kann. Der Betrieb gestaltet sich nun etwa folgendermaßen: Nachdem die Füllung von R, A und B gehörig vorgewärmt und abgedampft ist, läßt man den Inhalt von B langsam nach C, den von A nach B, den von R nach A fließen und letzteres Reservoir wieder

volllaufen, was etwa alle anderthalb bis zwei Stunden zu wiederholen ist. Während dieser Zeit tritt heiße Luft aus dem Nebenregenerator und unverbranntes Generatorgas durch den Schlitz *m* ein, um die Temperatur in *C* zu steigern. Nach etwa drei Stunden wird die Gaszuströmung durch *m* abgeschlossen und durch *H* nun stark erhitzte Luft eingelassen, bis die Charge fertig ist, welche dann nach *K* geschafft wird. Aus dem Kühlraume *K* werden die noch ausgestoßenen Gase sodann durch *O* und *ee* auf den Kalzinirherd geführt, um hier zu verbrennen. Der Ofen ist so bemessen, daß der Raum *R* 29 cbm, der Raum *A* 17 cbm, der Raum *B* 7,5 cbm und der Raum *C* 2,7 cbm Material aufnehmen kann.


Fig. 73.

Einen eigenthümlichen Weg sowohl zur Wiedergewinnung als zur Darstellung von Aetznatronlauge schlägt Kellner (Pap.-Ztg. 1885, 234) in dem Falle vor, wo Schwefligsäure oder Kalziumsulfit zur Verfügung steht also wo gleichzeitig Natron- und Sulfitholzstoff gewonnen werden soll. Derselbe beruht auf folgendem Verhalten. Versetzt man eine konzentrirte Lösung von Natriumsulfat (Glaubersalz) mit einer Lösung von Kalziumsulfit in Schwefligsäure, so scheidet sich (durch gelindes, kurz andauerndes Erwärmen unterstützt) Kalziumsulfat (Gyps) aus, während Natriumbisulfit in Lösung bleibt. Trennt man letztere von dem als Füllstoff vorzüglich benutzbaren Niederschlage und erhitzt zum Kochen, so scheidet sich Schwefligsäure aus und in der Lösung bleibt Natriummonosulfit. Wird diese letzte Lösung nun mit Kalkmilch gekocht, so entsteht unlösliches Kalziummonosulfit, wärend die überstehende Flüssigkeit eine Aetznatronlösung ist, die ohne Weiteres Verwendung finden kann. Da die ausgetriebene Schwefligsäure nun wieder zur Lösung des Kalziummonosulfits benutzt wird, so stellt sich dadurch nach Abzug des Fabrikationsverlustes die ursprünglich angewendete Menge Kalziumbisulfit wieder her, die nun von Neuem in den Kreislauf eintreten kann. Zur Gewinnung des Aetznatrons leitet man also in die braune Lauge nur Schwefligsäure und bindet so alles Natron an diese.

Dabei entsteht eine sehr voluminöse Ausscheidung der organischen Körper, welche sich durch Erhitzen zusammenballt und so leichtes Filtriren gestattet. Solches Filtrat ist die erwähnte Lösung von schwefligsaurem Natron in Schwefligsäure, mit welcher nun wie oben weiter verfahren wird. — Da diese Wiedergewinnung wesentlich auf nassem Wege erfolgt, also sowohl Abdampfen als Glühen umgeht und dadurch nicht nur die Ofenanlage, sondern auch die große Menge Brennmaterial erspart, so verdient sie jedenfalls Beachtung.

Es hat schon an obiger Stelle (S. 154) Erwähnung gefunden, daß die näheren organischen Bestandtheile des Holzes in so fern mehreren Gruppen angehören, als einige derselben in Wasser löslich und demnach auch durch Behandlung mit Wasser aus dem Holze fortgeschafft werden können, während andere in Wasser unlöslich sind. Zu den ersteren gehören Gummi, Pflanzeneiweiß, Gerbsäure, Farbstoffe 2c.; zu den letzteren insbesondere die Harze, Balsame 2c., sowie in letzter Linie die inkrustirende Materie oder das Lignin, welches in und auf der Zellen- und Gefäßmembran sich abgelagert hat und demnach am innigsten mit der Zellulose verbunden ist. Man kann sich daher eine Holzfaser aufgebaut vorstellen aus der Zellulose, als Grundstoff durchsetzt mit Lignin, sodann aus einer hierüber befindlichen Schicht von in Wasser unlöslichem Harze 2c. und endlich einer dritten Lage, die wesentlich wasserlösliche Substanzen enthält. — Diese Zusammensetzung berechtigt zu dem Schlusse, daß jede Lage die darunterliegende gegen die Einwirkung der Lösungsmittel mehr oder weniger schützt und eine Beseitigung der Lagen in der umgekehrten Reihenfolge die Zellulose bloßlegen muß. Da nun die äußere Schicht in Wasser, beziehungsweise Dampf löslich ist, so genügt zu ihrer Entfernung die Behandlung des Holzes mit Wasser oder Wasserdampf von solcher Temperatur, daß die S. 181 erwähnte Aenderung des Lignins nicht eintritt; da die Harze 2c. sich schon in schwachen Laugen lösen, so wird durch Anwendung dieser eine Entfernung der zweiten Schicht herbeigeführt, der nun das Lignin durch Behandlung mit stärkeren Laugen bei höheren Temperaturen folgt.

Nach diesem Grundsatze ist von Ungerer in Wien ein Kochverfahren ausgebildet, welches als das vollkommenste hingestellt werden muß, weil es das Holz der Reihe nach mit Dampf und Laugen behandelt, deren Konzentration und Temperatur allmählich wächst, und es dadurch zugleich erreicht, die Lauge bis zur Erschöpfung auszunutzen und vorzügliche Fasern zu erzeugen. — Es beruht auf dem Prinzipe der Verdrängung und kommt in der Weise zur Ausführung, daß die Lauge in einer gewissen Reihenfolge eine Anzahl von Kochern (Batterie) passirt, welche mit Dampf geheizt und mit Holz beschickt werden, das, durch sorgfältiges Schälen von Rinde, durch Ausbohren von Aesten und Knorren befreit, in dünne Scheiben gehackt ist. Eine Batterie umfaßt 7 bis 10 senkrechte, feststehende Kocher, die mittelst Röhren und Ventilen so verbunden sind, daß man wie bei dem Kochsysteme S. 70 nach Belieben den Dampf oder die Lauge von einem Kocher in den anderen leiten kann. — Mit diesem Kochersysteme wird nun so gearbeitet, daß man das frische Holz mit den am leichtesten löslichen Theilen, zunächst mit Dampf behandelt, der zweckmäßig dem Kocher entströmt, welcher entleert werden soll, und dann mit der an Natron schwächsten, weil an gelöstem

Extraktivstoffe reichsten Lauge kocht, welche dem vorher frisch mit Holz beschickten Kocher entnommen wird, somit die sämmtlichen Kocher durchlaufen und seinen Kreislauf mit dem Kocher begonnen hat, aus dem nunmehr das Holz entleert wird. Besitzt die Batterie z. B. sieben Kocher ⒶⒷⒸⒹⒺⒻⒼ im Betriebe, so erfolgt der Wechsel folgendermaßen: Wenn u. A. *C* neu gefüllt ist und *B* entleert werden soll, so wird erst der Dampf von *B* nach *C* geleitet, um das frische Holz zu dämpfen; dann gelangt die schwächste Lauge von *D* nach *C* und so der Reihe nach immer stärkere von *E* nach *D*, von *F* nach *E*, von *G* nach *F*, von *A* nach *G* und von *B* nach *A*. Nach Verlauf einer Stunde etwa wird die Lauge aus *C* abgelassen, um regenerirt zu werden, während unmittelbar nach diesem Ablassen ein Vorrücken der Lauge von *D* nach *C* u. s. w. eintritt und *A* mit frischer reiner Lauge versehen wird. Auf solche Weise wird stündlich ein Kocher zum Entleeren fertig und dessen Inhalt vor dem Entleeren mit heißem Wasser unter Dampf ausgewaschen. — In demselben Maße, in welchem die Lauge auf ihrem Kreislaufe geschwächt wird, kann auch die Kochtemperatur oder der Dampfdruck abnehmen, der überhaupt bei diesem Prozesse, bei dem die Lauge durch fortwährenden Wechsel unter den günstigsten Verhältnissen zur Wirkung gelangt, höchstens in dem Kocher, der mit frischer Lauge beschickt ist, 6 bis 8 Atm. für Nadelholz und 3 bis 4 Atm. für Laubholz beträgt. Die frische Lauge enthält für Nadelholz 5 bis 6 Proz., für Laubholz 3 bis 4 Proz. Aetznatron. — Der fertig gekochte Stoff wird noch heiß auf einem Kollergange zerrieben, darauf in Holländern weiter gewaschen, auf Pappenmaschinen entwässert, oder erst, wenn erwünscht, mit Chlorkalk gebleicht. — Die mit den Extraktivstoffen und Inkrusten gesättigte Lauge der letzten Kochung wird sodann durch Abdampfen und Ausglühen stets von Neuem für den Prozeß gewonnen, so daß nach Angabe des Erfinders auf 100 kg trockene Zellulose nur 5 bis 6 kg Natron verloren gehen sollen. Je nach dem Alter, dem Wuchse und der Art des verwendeten Holzes, liefert ein sogenanntes Raummeter Holz 100 bis 120 kg Zellulose bei Nadelholz und noch etwas mehr bei Laubholz (150 bis 180 kg). Ferner nimmt man auf ein Raummeter Holz 60 kg Soda von 90 Proz. zur Verwandlung in Aetznatron, wovon durch Regeneration $^{9}/_{10}$ wiedergewonnen werden.

3. Das Sulfitverfahren.

Die schweflige Säure (Schwefligsäure), deren Verhalten die Grundlage dieses Verfahrens bildet, ist eine Verbindung von 1 Atom Schwefel mit 2 Atomen Sauerstoff, hat die chemische Formel SO_2 als Schwefligsäureanhydrid oder Schwefeldioxyd. Sie ist ein farbloses Gas von erstickendem Geruche, das unter gewöhnlichem Drucke bei — 10° C., oder unter starkem Drucke schon bei mittlerer Temperatur zu einer Flüssigkeit verdichtet werden kann und im Uebrigen eine sehr hohe Tension besitzt, wie folgende kleine Tabelle veranschaulicht, welche von Regnault aufgestellt ist:

Temperatur nach Celsius	Druck in Atmosphären	Temperatur nach Celsius	Druck in Atmosphären
— 30	0,36	+ 15	2,78
— 25	0,55	+ 20	3,30
— 20	0,61	+ 25	3,80
— 15	0,76	+ 30	4,60
— 10	1,00	+ 35	5,30
— 5	1,25	+ 40	6,20
0	1,51	+ 45	7,20
+ 5	1,90	+ 55	8,30
+ 10	2,35	+ 60	9,50

Sie wird von Wasser in großer Menge absorbirt und zwar verschluckt letzteres nach Bunsen (Gasometrische Methoden S. 233) unter gewöhnlichem Luftdrucke bei + 7° C. das 80fache, bei + 20° C. das 48fache Volumen des Gases. In diesem Zustande ist die SO_2 als Hydrat (SO_3H_2) in Lösung, von dem sich die Salze der Schwefligsäure (Sulfite) ableiten, welche zwei Reihen bilden, je nachdem nur ein Atom Wasserstoff des Hydrates durch das Metall ersetzt ist (saure Salze) oder beide Wasserstoffatome durch Metalle vertreten sind (neutrale Salze).

Die wichtigste Eigenschaft der SO_2 ist ihre große Verwandtschaft zum Sauerstoff, durch dessen Aufnahme sie in Schwefeltrioxyd oder Schwefelsäure (SO_3) verwandelt wird; sie gehört daher zu den kräftigsten Desoxydationsmitteln. — Ihre bleichende Wirkung beruht zum Theil auf einem Reduktionsprozesse, zum Theil allerdings auch darauf, daß sie mit verschiedenen Farben farblose Verbindungen bildet.

Die in Wasser gelöste Schwefligsäure nimmt Sauerstoff aus der Luft auf und verwandelt sich in Schwefelsäure, weshalb sie in luftdicht verschlossenen Gefäßen aufbewahrt, sowie auch beim Gebrauche möglichst vor Luftberührung geschützt werden muß.

a. Gewinnung der Schwefligsäure und der Sulfite.

Was die Gewinnung der Schwefligsäure im Großen anbetrifft, so ist hier im Allgemeinen auf Lunge (Handbuch der Sodaindustrie) zu verweisen und nur zur Orientirung hervorzuheben, daß die Schwefligsäure die einzige Verbindung des Schwefels mit Sauerstoff ist, welche direkt durch Vereinigung dieser Elemente entsteht, und daß demnach die auf Verbrennen von Schwefel beruhende Darstellungsmethode als die einfachste und bequemste um so mehr am häufigsten

Verwendung findet, weil dazu außer dem gediegenen Schwefel vor Allem auch eine Reihe von Schwefelmetallen sich eignet, welche in der Natur vielfach verbreitet sind und bei der Verarbeitung auf Metalle von dem Schwefel größtentheils befreit werden müssen, so daß man die Gewinnung der SO_2 oft mit der Vorbereitung der Schwefelerze zur Metallgewinnung vereinigen kann. Man unterscheidet demnach auch die Darstellung der Schwefligsäure aus Schwefel und aus Schwefelmetallen.

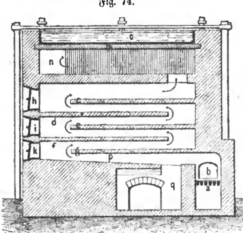
Der Apparat, in dem zur Gewinnung der SO_2 nach der ersten Methode der gediegene Schwefel abgebrannt wird und Schwefelbrenner heißt, kann sehr einfach sein und besteht in der Regel aus einer gemauerten Kammer, die an der Vorderseite mit Blechthüren versehen ist, durch welche das Eintragen des Schwefels erfolgt. Der Boden dieser Kammer wird aus einer starken Eisenplatte gebildet, welche durch aufgenietete Winkeleisen mehrere neben einander herlaufende Abtheilungen erhält, die abwechselnd für sich leicht beschickt und ohne Unterbrechung des Ofenbetriebes von den zurückbleibenden, erdigen Substanzen gereinigt werden können. Zur Luftzuführung und Regulirung sind in den Thüren Schieber angebracht, welche zugleich eine Beobachtung des Vorganges im Brenner gestatten. Letzterer ist ferner mit einer Eisenplatte abgedeckt, welche so abgekühlt wird, daß beim Brennen kein Schwefel sich unverbrannt verflüchtigt. In dieser Platte sitzt zugleich das Rohr für die Ableitung des Gases.

Unter den Schwefelverbindungen, welche hier in Betracht kommen, sind zu nennen die Erze: Eisenkies, Zinkblende und Kupferkies, sodann in einigen Fällen der in den Gasanstalten als Nebenprodukt gewonnene sogenannte Gasschwefel. Aus den Kiesen ꝛc. gewinnt man das Schwefligsäuregas durch starkes Glühen unter Luftzutritt, sogenanntes Rösten. Da nun die mit dem Namen Pyrit bezeichneten Eisenkiese 53,3 Proz. Schwefel enthalten und am häufigsten vorkommen, so bilden sie das Hauptmaterial für die Erzeugung von SO_2, zu dessen Abrösten sich besonders der durch Fig. 74 im Längenschnitte dargestellte Malétra'sche Ofen oder Etagenofen empfiehlt. Derselbe besteht aus einer feuerfesten Kammer von 3 m Länge und 1,5 m Breite, in welcher zunächst 5 Platten oder Zungen *c*, *d*, *e*, *f*, *g* angebracht sind, welche mit dem gehörig zerkleinerten Pyrit beschickt werden, wozu in der hinteren Ofenwand drei mit Lehm abzudichtende Thüren *h*, *i*, *k* vorhanden sind. Zum Anwärmen des Ofens dient eine Rostfeuerung *a*, welche man durch die Seitenthür *b* beschickt, und deren Flamme durch den Kanal *p* in der Pfeilrichtung um und über die Zungen streicht, um schließlich durch den Fuchs *n* zu entweichen. Nachdem durch diese Flamme der Ofen in Weißglühhitze gebracht, erhält sich die zum Abrösten erforderliche Hitze durch das Verbrennen der durch die Thüren *h*, *i*, *k* auf die Zungen gebrachten Erze. Nach Eintritt der Weißgluth wird die Thür *b* vermauert, und die zum Verbrennen des Schwefels erforderliche Luft vorgewärmt aus dem Kanale *q* zugeleitet. In demselben Maße, als die Erze ärmer an Schwefel werden, rücken sie der sauerstoffreichen Luft näher und zwar dadurch, daß man sie in gewissen Zeitabschnitten mit breiten Krücken von *p* nach *q* stößt und dann von *g* auf *p*, von *f* auf *g*, von *e* auf *f*, von *d* auf *e*, von *c* auf *d* zieht und darauf *c* neu beschickt. Dieses Ziehen erfolgt in der Regel alle vier Stunden. Der mit dem Stickstoffe

der Luft gemischten Schwefligsäure wird in dem Raume, der über dem Brennofen zum Fuchse führt, durch eine diesen Raum bedeckende, durch Wasser *o* gekühlte, Gußeisenplatte soviel Wärme entzogen, als ohne Störung des Röstprozesses möglich ist. Zugleich dient dieser Raum zum Absetzen der mitgerissenen Erztheile, so daß die Schwefligsäure von Flugasche ziemlich ganz befreit durch den Fuchs *n* abzieht, um in die später beschriebenen Absorptionsapparate zu gelangen.

Die Eigenschaften, welche die Schwefligsäure besitzt, erschweren den Gebrauch derselben im Gaszustande, theils wegen des hierdurch verursachten Verlustes, namentlich aber wegen der schädlichen Einwirkung auf das Thier- und Pflanzenleben in solchem Maße, daß man bis jetzt davon für die Holzstoffgewinnung vollständig Abstand genommen und sich lediglich auf die Verwendung derselben in wässeriger Lösung, oder als Sulfit beschränkt hat, weshalb die Bildung einer solchen Lösung oder eines Sulfites mit der Erzeugung des Gases verbunden wird.

Fig. 74.



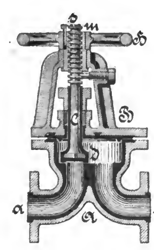
Zur Darstellung einer wässerigen Lösung schlägt Pictet in Genf (Dingler's pol. Journ. **252**, 324; D. R.-P. Nr. 26 331; Neue Kälteerzeugungsmaschine, deutsch von Schollmayer, Leipzig 1885) einfach Schwefligsäureanhydrid in Wasser zu lösen vor, zu welchem Zwecke die Säure in besonderen Fabriken wasserfrei erzeugt und in den Handel gebracht werden soll (D. R.-P. Nr. 22 365). Da es jedoch bis jetzt an Fabriken dieser Art mangelt, so bleibt vorläufig diese Methode außer Betracht und das Auffangen der Säuredämpfe in Wasser die Regel. Hierbei ist nun zunächst zu berücksichtigen, daß die Temperatur einen wesentlichen Einfluß auf die Absorption hat, denn von 1 Volumen Wasser wird unter gewöhnlichem Luftdrucke

bei einer Temperatur von:	2,	4,	6,	8,	10,	12,	14,	16,	18° C.
an Schwefligsäure verschluckt:	75,	70,	65,	61,	57,	53,	49,	45,	42 Vol.

Hieraus geht hervor, daß es zweckmäßig ist, das Wasser und das Säuregas bei möglichst niedriger Temperatur zusammenzubringen und letzteres daher vor allen Dingen gehörig abzukühlen, bevor es mit dem Absorptionswasser zusammentrifft. Aus diesem Grunde gelangt das Gas zunächst aus dem Ofen in Kühlschlangen aus Bleiröhren, oder zwischen bleierne Kühlplatten, die mit Wasser kalt gehalten werden.

Den Absorptionsprozeß führt man in sehr kleinem Maßstabe wohl dadurch aus, daß man das Wasser in Tonnen oder Ballons (Woulf'sche Flaschen) von dem Gase durchstreichen läßt, gewöhnlich aber benutzt man, unter Verwerthung der Erfahrungen bei der Kondensation der Salzsäure in Sodafabriken hohe Gefäße oder Thürme, welche so eingerichtet sind, daß das Gas einem Wasserregen entgegentritt, der damit gesättigt unten aus den Gefäßen abläuft. Für den in Rede stehenden Zweck werden die Thürme entweder aus Steinzeugröhren von etwa 0,75 bis 1,0 m Durchmesser hergestellt, welche mit Muffen und Asphaltdichtung verbunden, 4 bis 6 m hoch auf einander gesetzt werden, oder für größere Betriebe aus Steinen aufgemauert, oder auch aus Holz zusammengefügt. Sie erhalten stets unten ein Ablaufrohr für die wässerige Säure und ein Eintrittsrohr für das Säuregas.


Fig. 75.



Ueber der Eintrittsstelle des Gases liegt eine durchlöcherte Platte von Schiefer, Blei oder Porzellan (Abtropfplatten oder Abtropfsteine finden hier passende Verwendung), welche zum Tragen der faustgroßen Koksstücke bestimmt ist, womit man den ganzen Apparat füllt. Letzterer ist oben mit Platten abgedeckt und mit einer Wasserbrause oder einem Kipptroge versehen, um Wasser oben einzulassen, das höchst fein vertheilt durch den Koks rieselt und sich mit Schwefligsäuregas gesättigt, in einem aus Stein ausgehauenen Behälter ansammelt. Diesem Behälter wird die wässerige Schwefligsäure durch ein mit einem Bleiventile in Eisenpanzer verschließbares Rohr entnommen. Dieses, in vorstehender Fig. 75 besonders dargestellte, Ventil besteht aus dem mit Blei ausgefütterten Ventilgehäuse A mit den zwei Kanälen a und b, sowie dem ebenfalls mit Blei belegten Gehäusedeckel B mit dem Aufsatze C, zur Aufnahme der Verschlußschraubenspindel c mit der Ventilplatte d und der mit dem Handrade H verbundenen Schraubenmutter m, durch deren Drehung die vermittelst der in eine Nuth eintretenden Schraube s an der Drehung verhinderte Spindel auf und nieder bewegt wird. Da das Schwefligsäuregas ein großes spezifisches Gewicht (2,2) besitzt, so steigt es in dem Thurme nur aufwärts, wenn dieser mit einem Saugapparate in Verbindung gebracht ist. Als solcher dient entweder eine genügend hohe

Esse oder ein Ventilator. Im Allgemeinen möchte der letztere vorzuziehen sein, weil er zugleich leicht eine für die Vegetation nothwendige Beseitigung des etwa nicht absorbirten Gases durch Einblasen in Behälter gestattet, die Soda oder Aetznatronlösung enthalten. Man gewinnt auf die Weise zugleich das als Antichlor (S. 151) verwendbare, schwefligsaure Natron. — Beim Betriebe nach dieser Methode kann man die Verhältnisse zwar leicht so ausfindig machen, daß sämmtliche entwickelte Säure vom Wasser in einem Thurme absorbirt wird; in der Regel möchte es sich aber empfehlen, mehrere, drei bis vier Thürme so mit einander in Verbindung zu bringen, daß das im Thurme nicht absorbirte Gas, statt direkt zum Ventilator oder Schornsteine, abwärts und unten in den nächst folgenden Absorptionsthurm geleitet wird.

Es liegt in der Natur der Sache, daß die durch Absorption gewonnene wässerige Schwefligsäure im Allgemeinen sehr ungleichmäßig zusammengesetzt und in Folge dessen ebenso unzuverlässig im Gebrauche ist. Da außerdem die in derselben aufgespeicherte Säure leicht entweicht, sowie in dieser Form schwierig aufzubewahren ist und manche Unzuträglichkeiten beim Gebrauche in Folge hat, so zieht man für die Zellulosegewinnung die viel gleichmäßiger zusammengesetzten und leichter aufzubewahrenden Verbindungen mit Basen, die Sulfite, vor und bindet zu dem Zwecke die Schwefligsäure gewöhnlich an Kalk oder Magnesia, weil diese Basen am billigsten zu beschaffen sind; selten wählt man Natron.

Da die Schwefligsäure die Kohlensäure austreibt, so gewinnt man Kalk- oder Magnesiasulfite am einfachsten durch Einwirkung der ersteren auf die kohlensauren Verbindungen der letzteren. In manchen Fällen kann es übrigens erwünscht sein, das Auftreten der Kohlensäure zu umgehen; dann benutzt man gebrannte Magnesia oder gebrannten Kalk. — In Anbetracht dessen, daß diese Sulfite stets in wässerigen Lösungen angewendet werden, erfolgt der Absorptionsprozeß zweckmäßig unter gleichzeitiger Zuhülfenahme von Wasser, wodurch eine Flüssigkeit entsteht, welche eine Auflösung von Sulfit in wässeriger Schwefligsäure bildet und selbstverständlich auch durch direkte Auflösung der Basen in Schwefligsäure gewonnen werden kann.

Zur Erzeugung von Magnesiasulfit lassen sich ohne Weiteres die natürlichen Magnesiaverbindungen benutzen und zwar in erster Linie das Mineral Magnesit, welches oft so rein vorkommt (z. B. bei Frankenstein in Schlesien), daß es 99,4 Proz. kohlensaure Magnesia enthält. Man nennt es auch Talkspath, Bitterspath, Magnesitspath und Breunnerit, findet es krystallisirt theils in körnigen Massen, theils als einzelne Individuen, theils derb in nierenförmigen Gebilden, gewöhnlich von gelblichgrauer oder gelblichweißer Farbe. In der Regel ist Magnesia von Kalk begleitet, insbesondere im Dolomit oder Bitterkalk, der chemisch zusammengesetzt ist aus 54,3 Thln. kohlensaurem Kalk und 45,7 Thln. kohlensaurer Magnesia und das zweite Hauptmaterial für den vorliegenden Gebrauch abgiebt. Hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, daß die Schwefligsäure aus Dolomit die Kohlensäure nur in der Wärme austreibt und daß es demnach gerathener ist, dieses Material vor seiner Verwendung durch Brennen in Kalköfen von der Kohlensäure zu befreien. — Das Kalksulfit gewinnt man aus verschie-

denen kohlensauren Kalkmineralien; am reinsten aus Marmor, dann aus Kreide und dem gewöhnlichen Kalkstein.

Bei der Herstellung von Schwefligsäure und der Hinleitung zu den Sulfitapparaten ist der Zutritt von Luft und somit eine Bildung von Schwefelsäure und schwefelsauren Salzen kaum gänzlich zu vermeiden und daher bei der Entscheidung über die Wahl der Basen, außer den durch lokale Verhältnisse bedingten Gründen noch in Betracht zu ziehen, daß die schwefelsaure Magnesia sich sehr leicht, der schwefelsaure Kalk (Gyps) dahingegen sehr schwer in Wasser löst. Indem daher die erstere Verbindung durch Auflösen fortwährend mit weggeschafft wird, bildet die zweite auf der Oberfläche der Kalksteine eine Gypsschicht, welche die Einwirkung der Schwefligsäure erschwert und sogar unter Umständen aufhebt. Aus diesem Grunde sollte man die Magnesia um so mehr bevorzugen, als ihre Verbindungen auch später leichter aus dem Fasermaterial wegzuwaschen sind. Ferner ist bei Anwendung von gebranntem Kalk daran zu erinnern, daß der frisch gebrannte Kalk in Berührung mit Wasser sich je nach der Menge des vorhandenen Wassers zu Pulver oder Brei unter Erwärmung und bedeutender Zunahme des Volumens löscht und dadurch den Durchgang und die Aufnahme der Schwefligsäure ebenfalls hemmt.

Die Apparate, welche zur Absorption der Schwefligsäure dienen, müssen so beschaffen sein, daß die Säure auf dem kürzesten Wege und möglichst vollständig von dem Basenmaterial aufgenommen und daß das gebildete Sulfit in gesättigter wässeriger Lösung stetig abgeführt wird. Der Weg, den die sauren Dämpfe zu dem Zwecke nehmen, kann entweder ein vertikal auf- oder absteigender, ein schräg geneigter oder ein horizontaler sein. Bis jetzt benutzt man ausschließlich den ersten und den dritten und unterscheidet, weil man hierzu entweder Thürme oder horizontal an einander gereihte Gefäße benutzt, zweckmäßig:

I. Thurmapparate und II. Kammerapparate.

Die Thurmapparate bieten im Einzelnen zwar bedeutende Abweichungen nach Größe, Größenverhältnissen, Form u. dergl., gründen sich aber bezüglich ihrer wesentlichen Einrichtung auf den bekannten Gay-Lussac- und Glover-Thurm, wie er in der Schwefelsäurefabrikation in Gebrauch steht. Im Allgemeinen bildet der Thurmapparat einen aufrecht stehenden viereckigen oder zylindrischen Kasten aus Holz oder säurefesten Steinen, der inwendig mit etwa 3 mm dicken Bleiplatten ausgefüttert und am Boden mit einem netzartig durchbrochenen Gewölbe abgeschlossen ist, welches das im Inneren aufgeschichtete Basenmaterial trägt. Unter dem Gewölbe tritt vom Schwefelofen die Schwefligsäure ein, vertheilt sich durch das Steinnetz und steigt im Thurme durch das Mineral aufwärts, um auf diesem Wege Sulfit zu bilden. Abgedeckt ist der Thurm in der Weise mit einer Haube, daß bequem in passenden Perioden Material nachgefüllt werden kann, ohne daß Säure entweicht.

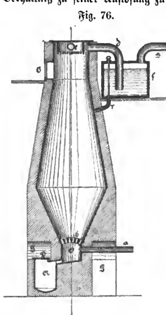
Um das gebildete Sulfit sofort in Lösung aus dem Thurme zu schaffen, befindet sich unter der Haube eine leicht regulirbare Wasserzuführung, durch welche

Wasser, vermittelst einer Brause vertheilt, auf den Thurminhalt dem Säurestrome entgegen niederrieselt, das Sulfit löst und durch das Steinnetz in einen unter dem Thurme angebrachten Sammelbehälter leitet, aus dem es durch ein Bleirohr mit Bleihahn (S. 220) abgelassen wird. — Zur Entfernung der nicht aufgenommenen Säure verbindet man den oberen Raum des Thurmes entweder mit einem hohen Kamine oder mit einem Ventilator.

Von besonderer Wichtigkeit sind die Dimensionen der Thürme, über welche die verschiedensten Angaben vorliegen, indem von einer Seite hohe enge, von anderer Seite niedrige weite Thürme empfohlen werden. Wenn man, sonst gleiche Verhältnisse vorausgesetzt, bedenkt, daß die Säure mehr Zeit gebraucht die kohlensauren Verbindungen zu zersetzen und in Sulfite zu verwandeln, als sich mit den kohlensäurefreien Materialien zu verbinden, und daß im ersteren Falle die freiwerdende Kohlensäure denselben Raum beansprucht, wie die absorbirte Schwefligsäure, während bei der Verwendung von gebranntem Material nur eine Volumverminderung durch die Absorption stattfindet, so ist klar, daß im ersteren Falle die Thürme größere Dimensionen besitzen müssen als im zweiten Falle. Für die Gewinnung von Kalksulfit aus ungebrannten Kalksteinen werden daher Thürme von 20 bis 30 m Höhe vorgeschlagen, während bei Anwendung von gebranntem Kalk 6 bis 8 m und von gebranntem Magnesit selbst 5 bis 6 m genügen. — Die hohen Thürme bieten jedoch eine Menge Betriebsunbequemlichkeiten und -Unsicherheiten dar, nicht nur wegen des Hinaufschaffens des Rohmaterials auf solche bedeutende Höhe, sondern namentlich auch deshalb, weil in Folge des großen Gewichtes die unten liegenden und bereits locker gewordenen Theile zerkrümelt werden und dem Säuregase das Aufsteigen erschweren. Da außerdem hohe Thürme wegen der Fundamentirung ꝛc. sehr theuer in der Herstellung werden, so ist in Vorschlag gebracht, statt eines hohen Thurmes mehrere niedrige, z. B. drei von 6 bis 8 m Höhe, neben einander zu bauen und durch Rohrleitungen so in Verbindung zu bringen, daß die in einem Thurme nicht verschluckte Säure dem nächststehenden zugeführt wird u. s. w. Aber auch diese Theilung hat ihre Bedenken, indem auf solche Weise, wenn nicht eine höchst sorgfältige Wasserregulirung beobachtet wird, Sulfitlösungen von sehr verschiedener Grädigkeit entstehen, weil im letzten Thurme ja nur noch wenig Säure zur Absorption übrig bleibt. Da man aber dem Gase auch in der Weise Zeit zur Einwirkung verschaffen kann, daß man dem Thurme große Querdimensionen giebt, so scheint es wohl gerathen, statt der hohen engen Thürme niedrige weite Thürme anzuwenden, deren Form sich als eine von der zylindrischen abweichenden ergiebt, wenn man sich vergegenwärtigt, daß eine gesättigte Sulfitlösung am sichersten durch allmähliche Anreicherung und durch ein Zusammentreffen mit ungeschwächtem Gase unmittelbar vor dem Austritte des Sulfits aus dem Thurme erhalten wird. Zu dem Zwecke sollte der Thurm an der Stelle, wo das Gas zuerst mit dem Material in Berührung tritt, nicht weit sein, sich dann erst allmählich erweitern, um dem Gase lange Zeit zur Einwirkung zu lassen, und sich nach oben wieder verengen, um die Geschwindigkeit der Säure im Verhältniß zu ihrer Abnahme zu vergrößern. Der auf solche Weise entstehende, durch Fig. 76 (a. f. S.) im Vertikalschnitt vor Augen geführte, aus den zwei mit den Grundflächen zu-

sammengesetzten Kegeln gebildete Thurm bietet insbesondere noch den Vortheil, daß bei geringerer Höhe ein bedeutender Fassungsraum und an den Flächen des unteren Kegels eine Stützung für das Rohmaterial gewonnen wird, welches sich nun im Verhältniß zu seiner Auflösung zusammenschiebt, ohne eine Gefahr für das Verstopfen der bei *b* angebrachten, nach unten sich erweiternden Sieblöcher herbeizuführen. Man gewinnt auf solche Weise bei einem Thurme von nur etwa 7 m Gesammthöhe einen Arbeitsraum von 7,5 cbm, wenn die Dimensionen in dem Verhältnisse gewählt werden, das durch die Zeichnung angegeben ist. Man erkennt aus letzterer ferner bei *a* das Gaseintrittsrohr, bei *b* das durchbrochene Gewölbe, bei *c* die gut mit einer asphaltirten oder emaillirten Eisenplatte verschließbare Oeffnung zum Aufgeben des Rohmaterials, bei *d* das Gasabzugsrohr und bei *e* die Wasserbrause mit der Zuleitung *r*. Der Behälter *A*, in den von dem Raume *O* aus die Sulfitlösung gelangt, liegt zweckmäßig in dem Gewölbe *G* außerhalb der Thurmachse, damit man denselben nach abgenommenem Deckel *D* bequem von den mitgerissenen ungelösten erdigen Theilen reinigen kann, die sich darin ansammeln. Das Entleeren erfolgt entweder durch ein Bleirohr mit Hahn (S. 200) oder durch Heber aus Bleirohr.

Fig. 76.

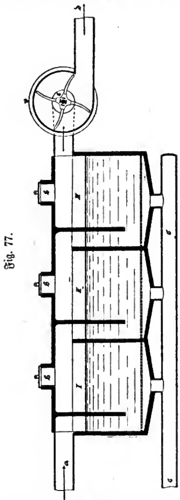


Es ist nothwendig dafür Sorge zu tragen, daß das Gas wegen seiner schädlichen Einwirkung auf die Vegetation vollständig absorbirt wird und die aus dem Thurme kommende Luft daher, bevor sie in die Atmosphäre tritt, durch eine Masse zu führen, welche den letzten Antheil der Schwefligsäure aufnimmt. Man verwendet dazu entweder Kalkmilch oder Natronlösung, die zweckmäßiger Weise in ein bei *f* angebrachtes, vollständig verschließbares Gefäß gegossen wird, in welches durch das Rohr *d* die Thurmluft eintritt, um die Lösung zu durchstreichen und dann durch das Rohr *g* abzuziehen. Bei Erzeugung von Kalksulfit kann man die gesättigte Lösung direkt nach der Sättigung durch das Rohr *r* in den Thurm ablassen. Befindet sich in dem Gefäß *f* dahingegen Natronlauge, so füllt man das entstandene schwefligsaure Natron in Glasballons, um es als Antichlor zu verwenden.

Um die beim Einfüllen der Rohmaterialien in den Thurm leicht eintretende Beschädigung des inneren Bleimantels zu verhüten, ist es anzurathen, namentlich den unteren Kegel mit Holzlatten zu belegen, die zugleich für das Ablaufen der Sulfitlösung geeignete Rinnen bilden. Bei solchem Schutze genügt es übrigens

vollkommen, das Mauerwerk des Thurmes durch einige Theer- oder Asphaltanstriche vor der Einwirkung der Säure zu bewahren.

Für kleinere Betriebe, z. B. in Papierfabriken, welche den eigenen Bedarf an Sulfitstoff selbst erzeugen, bedient man sich mit Vortheil jenes aus Steinzeugröhren hergestellten Gefäßes, das bereits S. 200 Erwähnung fand, oder einfacher, hölzerner, gewöhnlich vier- oder achteckiger, nach unten erweiterter Schächte, die durch inwendige Theer- oder Asphaltüberzüge dauerhafter gemacht werden.


Fig. 77.

Die Kammerapparate bestehen in einer mehr oder weniger großen Zahl neben einander gestellter, unter sich so in Verbindung gebrachter Kammern, daß das Schwefligsäuregas sämmtliche Kammern durchzieht. Die einfachste Anordnung eines Kammerapparates geht aus Fig. 77 hervor, in welcher drei Kammern *I, II, III* angenommen sind, die aus Steinplatten zusammengesetzt oder aus säurefesten Steinen aufgemauert werden und ein gemeinschaftliches Ablaufrohr *c* besitzen. Das Gas tritt bei *a* ein, erhält durch eine in jeder Kammer herabhängende Wand eine Ablenkung nach unten, um dann nach oben aufsteigend das auf dem Boden befindliche Material zu durchstreichen. Um den hierbei entstehenden Widerstand zu überwinden, wird passender Weise ein Exhaustor *V* in Thätigkeit gehalten, welcher das Säuregas durchsaugt, oder die letzte Kammer mit einem Kamin verbunden. Das Einfüllen des Rohmaterials in die Kammern erfolgt entweder durch oben vorhandene seitliche Kanäle oder durch aufgesetzte Rohrstutzen *b*, die so eingerichtet werden sollten, daß beim Aufgeben der Eintritt von atmosphärischer Luft möglichst verhindert wird, z. B. durch Anbringen eines Schiebers und eines Deckels mit Wasserverschluß. Zur Entleerung werden Ventile geöffnet, welche am Boden der Kammern zum Verschluß der Röhren angebracht sind,

welche in das Sammelrohr c münden. In dieser einfachen Einrichtung ist der Kammerapparat nur anwendbar zur Erzeugung von Sulfit aus Kalkmilch und aus gebrannter Magnesia, welche in Wasser suspendirt ist. Die Resultate werden aber immerhin unsicher sein, weil es schwierig ist, den Augenblick richtig zu treffen, in welchem alles Material in Sulfit verwandelt ist.

Die Kammerapparate für kohlensaure Mineralien bedürfen selbstverständlich noch der Wasserzuführung, welche, wenn man Gewicht auf eine gleichmäßige Zusammensetzung der Sulfitlösung legt, am zweckmäßigsten so angelegt wird, daß die letztere der Schwefligsäure entgegenlaufend sich mit dieser und Sulfit sättigt. Dadurch gelangt man unmittelbar zu einer Terrassenaufstellung, welche gewissermaßen sich wieder an das Thurmsystem anschließt, so daß es zweifelhaft wird, ob man dem Terrassenkammerapparate oder dem Thurmapparate den Vorzug einräumen soll. Im Allgemeinen ist es gerathen, bei Anwendung steinigen Rohmaterials Thürme und bei Anwendung von Kalk- oder Magnesiamilch den einfachen Kammerapparat zur Sulfiterzeugung zu benutzen.

Das Kammersystem ist in neuester Zeit besonders von W. Flodquist in Gothenburg ausgebildet, indem derselbe zehn Kammern neben einander aufstellt und so einrichtet, daß die Lösung die Kammern so lange durchläuft, bis sie die entsprechende Stärke von etwa 5° B. besitzt, und daß man im Stande ist, jede Kammer nach Bedürfniß aus der ganzen Batterie zum Füllen und Entleeren aus- und einzuschalten. Ausführliche Beschreibung dieser Anordnung, bei welcher zugleich entfettete Knochen durch Lösung des phosphorsauren Kalkes auf Leimgut verarbeitet werden, findet sich in der Pap.-Ztg. 1874, 1436 und Dingler's pol. Journ. 255, 115.

b. Verwendung der Schwefligsäure und der Sulfite zur Fasergewinnung.

Die Einwirkung der Schwefligsäure oder eines Sulfites auf die inkrustirende Substanz hängt insofern von der äußeren Beschaffenheit des Holzes ab, als letzteres rechtwinkelig zu den Fasern in dünne Scheiben geschnitten, wegen der dadurch erreichten geringen Länge der aufsaugenden Kanäle die Flüssigkeit am schnellsten durch und durch aufnimmt, und als die Knorren entfernt werden müssen, da sie ihre dunkele Farbe bei diesem Prozesse nicht verlieren und dem Holzzellstoffe eine unansehnliche Farbe ertheilen. Man schneidet vor dem Zusammenbringen mit den genannten Flüssigkeiten das entrindete Holz daher in Scheiben von 4 bis 12 mm Dicke und zwar auf der bereits S. 156 erwähnten Hackmaschine rechtwinkelig oder etwas schräg gegen die Faserrichtung und schlägt aus diesen Scheiben mit einem Spitzhammer die Knorren heraus. — In einzelnen Fällen wird das Holz auch in Bretter gesägt und dann jedes Brett, nachdem die Knorren ausgebohrt oder herausgeschlagen sind, auf Hackmaschinen zerhackt oder unter Walzen oder Stampfen zerquetscht. Bei dieser Art der Zertheilung ist ohne ersichtliche Vortheile neben vermehrter Arbeit ein bedeu-

tender Abgang durch das Sägen unvermeidlich, weshalb die erste Vorbereitungsmethode den Vorzug verdient.

Von besonderem Einfluß auf den Verlauf des Prozesses ist ferner die Stärke der Lösungsflüssigkeit, die Dauer der Einwirkung und die Temperatur welche diese unterstützt.

Bezüglich der **Konzentration** ist zu bemerken, daß man die Schwefligsäurelösung nach **Pictet** in einer Stärke von 100 bis 150 kg Säure in 1 cbm Wasser, die Sulfitlösung allgemein in einer Stärke von 4 bis 5° B. oder 1,03 bis 1,035 spezif. Gew. (bei 12,5° C.) zur Anwendung bringt.

Was die zur Durchführung des Prozesses erforderliche Zeitdauer anbetrifft, so wird diese in verschiedener Weise beeinflußt, insbesondere von der Temperatur. Da nun diese zwischen den Grenzen von 108 bis 150° C.[1]) schwankt, so gehen auch die Angaben über den Zeitaufwand weit aus einander und wechseln zwischen 4 bis 15 Stunden. Im Allgemeinen scheint die Erfahrung für längere Dauer mit allmählich gesteigerter Temperatur zu sprechen und 12 bis 15 Stunden für die Erzeugung leicht bleichbarer, langer, feiner geschmeidiger Fasern festgestellt zu haben. — Unterstützen und beschleunigen läßt sich der Auflösungsprozeß ohne Nachtheil für die Fasern noch durch ein vorhergehendes Dämpfen des Holzes und eine Bewegung der Flüssigkeit im oder mit dem Apparate, in welchem der Prozeß vor sich geht.

Die Temperatur, welche beim Sulfitverfahren angewendet wird, ist immerhin eine solche, daß sie geschlossene Gefäße erforderlich macht, welche nicht nur Pressungen bis mindestens 6 Atmosphären aushalten müssen, sondern auch aus einem Material herzustellen sind, das der Einwirkung der Schwefligsäure bei hoher Spannung widersteht. Um beiden Bedingungen zu genügen, werden die Gefäße (**Kessel, Kocher**) ausschließlich aus Schmiedeeisenblech hergestellt und mit einem säurefesten Futter versehen, das entweder aus Steinen (glasirten Thon- und Porzellanziegeln), oder schützendem Metalle (bis jetzt ausschließlich Blei) oder auch aus beiden zusammen hergestellt wird. — Die Ausfütterung der Kessel mit Blei erfolgt entweder in der Weise, daß man die Kesselbleche verbleiet oder mit Bleiblech bedeckt. Zum Verbleien werden die Eisenblechplatten in der Wärme mit einer Lösung von Zinkchlorid (Auflösung von Zink in Salzsäure) gereinigt, d. h. vorgebeizt und dann mit geschmolzenem Bleie in der Dicke von 5 bis 6 mm übergossen, welches sich mit dem Eisen verlöthet. Da sich übrigens das Blei selbst mit dem rein gebeizten Eisen nicht leicht zusammenlöthet, so gelangt man nach meinen Versuchen viel sicherer und leichter zum Ziele, wenn man das Eisen erst verzinnt, bevor man das Blei angießt. Damit die Verbleiung das Vernieten der Platten nicht hindert, werden die Nietränder nur verzinnt und erst nach dem Vernieten der Blechplatten auf gleiche Weise mit Blei überzogen. Obwohl es keinem Zweifel unterliegt, daß eine nach dieser Methode ausgeführte Verbleiung sehr fest am Eisen haftet und mit diesem gezogen und gebogen werden kann, ohne sich abzulösen, so muß doch darauf hingewiesen werden,

---

[1]) Diese hohe Temperatur bildet einen Anspruch in dem amerikanischen Patente Nr. 295 865.

daß dieselbe wegen der bedeutenden Unterschiede der beiden in Frage kommenden Metalle in der Ausdehnung durch die Wärme Unsicherheiten in sich trägt. Da Blei sich nämlich bei Temperaturwechseln ungefähr um das Doppelte ausdehnt und zusammenzieht als Eisen, so steht nach einigem Gebrauche eines auf genannte Art verbleieten Kochers zu befürchten, daß das Bleifutter durch das fortwährende Stauchen eine ungünstige Strukturveränderung und Festigkeitseinbuße erleidet, welche ein Abfallen einzelner Bleipartien zur Folge hat. Nach einer anderen Methode (Mitscherlich) wird daher die Verbleiung mit Bleiplatten in der Weise vorgenommen, daß man den Kessel inwendig mit einem Kitt aus Theer und Pech warm bestreicht und darauf Bleiblech von etwa 3 mm Dicke unter sorgfältigem und vorsichtigem Streichen so aufdrückt, daß alle Luft zwischen den Lagen herausstritt und eine vollständige Verklebung erzielt wird. Bei dieser Verbleiung ist zwar durch den Kitt das Kesselblech auch bei einer Undichtigkeit des Bleies noch geschützt, allein es bilden sich in dem Kitte, bei der im Kessel herrschenden Temperatur, Produkte von solcher Spannkraft, daß ein Abschälen der Bleiplatten zu befürchten steht. Dieselbe ist deshalb auch wohl nur anwendbar, wenn die Bleilage außerdem noch mit einer Lage glasirter Ziegel bedeckt wird. — Am einfachsten ist die Ausfütterung ohne Frage dadurch zu erzielen, daß man den Kessel selbst aus einzelnen Schüssen zusammensetzt, die mit Flantschen und Schrauben verbunden werden, und in diese Schüsse Bleiblechzylinder einschiebt und überall so an die Wand (z. B. mit hydraulischem Drucke) anpreßt, daß die Zwischenluft entweicht, die Ränder der Bleizylinder über die Flantschen der Kesselstürze hinüberbördelt und dann letztere zusammenschraubt. Es ist mit dieser Verbindung nicht nur eine vollständige Verbleiung, sondern auch noch der besondere Vortheil erreicht, daß einzelne schadhaft gewordene Stürze oder Bleizylinder leicht losgenommen und ausgebessert, oder ausgewechselt werden können. Wenn man nicht versäumt, von Zeit zu Zeit das Innere des Kessels zu untersuchen, um die verletzten Stellen des Bleibelages auszubessern, kann diese Art der Verbleiung wohl als eine der sichersten hingestellt werden. — Nach Kellner erhält man eine dauerhafte Verbleiung auch dadurch, daß man kleine quadratische Bleiplatten an der Innenwand des Kochers durch horizontale, mit der Wand verbundene Bleiringe und in der Längenrichtung verlaufende Bleibänder festhält.

Bei der Konstruktion und Anlage der Sulfitkocher hat man sich naturgemäß an sämmtliche Formen angeschlossen, welche bereits in der Fabrikation der Natronzellulose zur Anwendung gekommen waren und demnach stehende, festliegende und sich drehende Zylinder- und Kugelkocher von den dort üblichen Dimensionen in Gebrauch genommen. In manchen Fällen übrigens ist man zu besonders großen Dimensionen übergegangen, wie z. B. Mitscherlich, in Anbetracht der bei seinem Verfahren gebrauchten niedrigen Temperatur, Kocher von 4 m Durchmesser und 12 m Höhe vorschlägt.

Wenn einerseits der Sulfitprozeß wohl eine wesentliche Beschleunigung durch Verwendung drehender Kocher erfährt, so ist dem gegenüber zu bedenken, daß die Ausfütterung derselben aus weichem Blei, namentlich so lange die Holzstücke noch hart sind, sehr stark abgenutzt wird und bald in der bedenklichsten Weise Schaden leiden muß. Es ist demnach von drehenden Kochern entweder ganz abzurathen,

oder wenigstens zu empfehlen, die Drehung erst beginnen zu lassen, wenn das Holz schon hochgradig mürbe geworden ist. — Entschieden verwerflich sind jene zylindrische Drehkocher, bei denen die Drehung in der Weise um die horizontale Achse erfolgt, daß sich die Längsachse in einer Vertikalebene bewegt und zwar deshalb, weil der Inhalt des Kochers bei dieser Drehung aus solcher Höhe auf die, an den Enden sitzenden, Verschlußdeckel fällt, daß sehr merkbare Erschütterungen und Gefahren entstehen; außerdem fordert diese Aufstellung eine entsprechend größere Drehkraft, weil der Schwerpunkt der bewegten Masse weiter von der Drehachse liegt, als unter gleichen Umständen bei den gewöhnlichen horizontalen Drehkochern. — Man kann wohl überhaupt auf eine Drehung der höchst schwerfälligen Kocher um so mehr verzichten, als sich dieselbe Beschleunigung auf einfachere Weise durch Anwendung des Zirkulationsprinzipes (S. 189) erreichen läßt, und zwar, wenn mit Dampf gekocht wird, besonders leicht mit Hülfe der Injektoren, die zu diesem Zwecke eigens von Körting in Hannover aus Blei hergestellt und so eingeschaltet werden, wie bereits an dem Zellulosekocher S. 190 gezeigt ist, der demnach mit einem Bleifutter versehen, ohne Weiteres für die Sulfitstoffkocherei verwendbar ist.

In gleicher Weise wie die Formen, sind auch die Methoden und Einrichtungen der Kocherheizungen denjenigen entlehnt, welche bereits bei den Hadernkochern S. 66 und den Natronzellstoffkochern S. 189 erörtert wurden, nur mit der Beschränkung, daß ausschließlich Dampfheizung in Anwendung gekommen ist. Wenn man hierbei den großen Gehalt der Flüssigkeit an einem schwerlöslichen Kalksalz berücksichtigt, so ist begreiflich, daß es gerathen ist, alle solche Konstruktionen zu vermeiden, bei welchen die Ablagerung von Kesselstein die Abgabe der Wärme erschwert. Aus diesem Grunde sind u. a. die im Inneren der Kocher angebrachten Dampfzirkulationsröhren wieder aufgegeben und auch die Doppelwandkocher, bei denen der Dampf den Dampfmantel durchströmt, trotz mancher Vortheile mangelhaft, zumal der innere Bleibelag schon eine Verminderung der Wärmeabgabe zur Folge hat. Man wendet daher hier am häufigsten und allgemeinsten die direkte Dampfheizung unter den S. 66 erwähnten Bedingungen an, indem man den Dampf an passender Stelle in den Kocher einströmen läßt und zwar sehr zweckmäßig in der durch Fig. 70, S. 190, dargestellten Weise mittelst eines Injektors, um zugleich die Kochflüssigkeit in Zirkulation zu bringen. Es wird hierbei allerdings durch die Kondensation des Dampfes die Kochflüssigkeit geschwächt, allein bei guter Führung des Prozesses (Wahl der Anfangskonzentration und entsprechender Nachfüllung der Sulfitlösung) dieser Nachtheil leicht ausgeglichen. Daß auch bei den Sulfitkochern durch Anbringung von Sicherheitsventilen und Manometern für die Gefahrlosigkeit und leichte Beaufsichtigung durch gehörig große Mannlöcher für schnelle Füllung, Entleerung und Besteigung Sorge zu tragen ist, bedarf hier nur der Andeutung.

c. Verfahren.

Wenn die obigen allgemeinen Erörterungen zunächst erkennen lassen, daß die Gewinnung und Benutzung der Schwefligsäure trotz mancherlei Abweichungen

im Einzelnen auf gemeinschaftlicher Grundlage stehen, so zeigt andererseits die Praxis, daß durch eigenthümliche Kombinationen der Gewinnungs- und Anwendungsarten verschiedene Wege zur Erzeugung des Sulfitholzzellstoffes gewonnen sind, von denen hier nur die wichtigsten betrachtet werden sollen.

1. Verfahren Ekman. Als Kochflüssigkeit wird hier eine Lösung von Magnesiasulfit benutzt, welche 2 Aequivalente SO_2 auf 1 Aequivalent MgO enthält und zwar in solcher Konzentration, daß in derselben annähernd 1,4 Proz. Magnesia und 4,4 Proz. Schwefligsäure vorhanden sind. Zur Bereitung des Sulfits wird griechischer oder deutscher Magnesit zunächst in Kalköfen gebrannt, dann in Thürmen aus Blei (mit innerer Holzverschalung zur Schonung des Bleies) der aus Schwefel erzeugten aufsteigenden Schwefligsäure, sowie niederrieselndem Wasser ausgesetzt, und endlich als Sulfitlösung abgelassen. — Das Holz (Weißtanne) wird von Aesten und Rinde befreit, entweder in Stückchen von etwa 12 bis 15 mm Dicke zerschnitten und zwischen Walzen gepreßt; oder in Bretter gesägt, dann erst von allen Knorren &c. gesäubert und in kleine Stücke zerhackt. Da in den Brettern jeder Ast und jede Verunreinigung leicht zu erkennen ist, so wird durch letztere Zertheilung ein sehr sorgfältiges Aussuchen möglich und ein Fabrikat von außerordentlicher Reinheit gewonnen, allerdings unter einem erheblichen Materialverluste. — Die Holzstücke gelangen zum Kochen in einen Zylinderkessel, der von einem Dampfmantel umgeben, mit Blei ausgefüttert, zum Leeren und Füllen auf Seitenzapfen drehbar, etwa 4 m hoch und 1,3 m weit ist, und nach der Holzbeschickung mit der Kochflüssigkeit so weit gefüllt wird, daß das mit gelochten Bleiplatten belastete Holz stets von derselben bedeckt ist. In dem Mantel wird nun allmählich durch besonderen Kesseldampf ein Ueberdruck nach folgender Regel hervorgebracht: In den ersten zwei Stunden steigere man im Innenkessel den Druck auf 0,70 Atm., in den nächsten zwei Stunden in der Stunde um 1,4 Atm., in der dritten Stunde um 1 Atm. und dann in zwei folgenden Stunden noch um je 0,75 Atmosphären. Mit diesem Enddrucke von 6 Atm. läßt man den Kocher ein bis drei Stunden verweilen, bis ein eigenthümlicher Geruch des durch ein Ventil abgelassenen Dampfes oder eine genommene Probe die Vollendung des Prozesses anzeigt. — Dann wird der Dampf abgelassen, die Flüssigkeit aus dem Kocher durch das an einem Ende angebrachte Bleisieb abgeseihet, und endlich nach Drehung des Kochers der Inhalt ausgestürzt, um auf gewöhnliche Weise gewaschen und gemahlen zu werden. Die so gewonnene Faser eignet sich ohne Weiteres zur Fabrikation gewöhnlicher und, mit Chlorkalk gebleicht, feinerer Papiere. — Bezüglich der Ausbeute wird Folgendes verbürgt. Von

Fichtenbrettern im Gewichte von	4395 kg
ging in Verlust durch Beseitigung der Aeste	260 „
„ Schneiden, Sortiren, Stäuben . .	565 „
also im Ganzen	825 kg.

Der Rest von 3570 kg in vier Kocher gefüllt, ergab nach dem Waschen in gewöhnlichen Holländen 2875 kg Holzzellstoff, entsprechend 1437 kg trockenen Fasern, oder 32,68 Proz. von nassem Holze mit 21 Proz. Wasser, oder 40 Proz.

vom trocken gedachten Rohholze. Die Selbstkosten sollen auf etwa 26 Mk. pro 100 kg zu stehen kommen. — Außerdem kann man den in der abgelassenen Flüssigkeit vorhandenen gummiartigen Stoff mit geringen Kosten auf einen Ersatzstoff für Dextrin verarbeiten.

2. Verfahren nach Francke in Mölndal (Schweden). Zu diesem Verfahren dient eine schwefligsaure Kalksulfitlösung, die dadurch hergestellt wird, daß man die durch Röstung von Schwefelkies gewonnene heiße Schwefligsäure in einen 13 m hohen Thurm leitet, der in mehrere senkrechte Kammern getheilt ist, die mit Kalksteinen gefüllt sind und unabhängig von einander beschickt und bedient werden können, und denen von oben Wasser in gerade ausreichender Menge zufließt, damit die Absicht erreicht wird, eine direkt brauchbare vorgewärmte Lösung zur Anwendung zu bringen. Die Lösung gelangt in mit Blei ausgekleidete Behälter von Zement und aus diesen durch Pumpen in die Kocher. — Das Holz wird zunächst mit Kreissägen in Längen von etwa 0,66 m geschnitten, dann von Rinde, Aesten und Knorren befreit und zerhackt in den Kocher gebracht. — Als Kocher dienen liegende Zylinderkessel aus Stahlblech von 2,2 m Durchmesser und 12,5 m Länge, mit einer 6 mm starken Bleibekleidung, die einen selbständigen, aus Bleiblech zusammengelötheten Kessel bildet, der durch Messingringe in Abständen von 1 m am äußeren Kessel festgehalten wird. Die Kocher, welche sich langsam (einmal in 10 Minuten) drehen, tragen inwendig Mitnehmerstifte zum Emporheben des Holzes, liegen mit breiten Ringen auf Rollen wie der Drehkocher S. 72, und erhalten die Drehung durch ein Schneckengetriebe. Sie werden zunächst etwa $^3/_4$ mit Holzstücken und dann mit so viel Lösung von 4 bis 5° B. gefüllt, daß das Holz gut bedeckt ist. Die Kochung erfolgt bei einem Drucke von etwa 3,5 Atm. Ueberdruck, welcher durch Wasserdampf erzeugt wird, der durch einen am Ende angebrachten hohlen Zapfen eintritt und vermittelst eines Reduktionsventiles (S. 79) regulirt wird. Wenn das Kochen etwa 11 Stunden gedauert hat, bläst man durch einen Bleihahn von der Masse etwas zur Probe aus und wiederholt diese Probe von Zeit zu Zeit, bis sie die richtige Beschaffenheit zeigt, wozu je nach der Qualität und Nässe des Holzes 12 bis 17 Stunden nöthig sind. Nach Beendigung des Kochens werden die im Kessel vorhandenen gespannten Dämpfe und Gase in den Sulfitthurm abgeblasen, um wieder zur Neubildung von Sulfit benutzt zu werden. Nachdem dann die Kochflüssigkeit ebenfalls durch Ablaufen entfernt ist, findet zweimalige Waschung des gekochten Holzes und endlich die Entleerung in Tropfkästen statt. Der jetzt fertige Stoff wird in Holländern gewaschen und aufgelockert, sowie durch passende Siebe gelassen, um alle unverkochten Theile abzuscheiden. — Das Bleichen der Masse im Bleichholländer wird in der Weise vorgenommen, daß man sie mit etwa 9 bis 10 Proz. Chlorkalk in Lösung mischt, durch Dampf auf 40° C. erwärmt und mit Schwefelsäure schwach ansäuert. Gleich nach dem Zusatz der Chlorkalklösung bekommt die Fasermasse eine röthliche, dann allmählich eine schmutziggelbe und endlich milchweiße Farbe. Ueber den Betrieb ist noch zu erwähnen, daß man auf 1000 kg Holz 900 bis 1250 Liter Kochflüssigkeit verbrauchen soll, und daß man aus 1000 kg Schwefelkies von durchschnittlich 37 Proz. Schwefelgehalt etwa 25 bis 30 cbm Lösung von 4° B. erhält.

14*

3. **Verfahren Mitscherlich.** Die Grundlage dieses, ursprünglich einem Amerikaner Namens **Tilghman** patentirten, von **Alex. Mitscherlich** aber zur Entwickelung gelangten Verfahrens bildet ebenfalls eine Lösung von Kalziumsulfit in Schwefligsäure, welche durch Einwirkung von SO_2-gas auf Kalksteine mit gleichzeitigem Wasserzulaufe in Thürmen in einem bestimmten Konzentrationsgrade gewonnen und mit 4 bis 5° B. zur Anwendung gebracht wird. Die Vorbereitung des Holzes besteht im Abrinden, Ausbohren und Zertheilen nach der Quere. Zur Behandlung mit der Kalksulfitlösung dient ein Kocher von 4 m Durchmesser und 12 m Länge, dessen innere Fläche mit einem Belage von Blei versehen, der mittelst eines Kittes von Theer und Pech befestigt ist und durch eine Lage von porzellanartig gebrannten Steinen bedeckt wird, die mit dreieckigen Vorsprüngen und Vertiefungen zusammengepaßt und mit Zement vermauert werden. Der Kocherinhalt wird durch Rohrsysteme geheizt, die auf der inneren Fläche des Kessels liegen, die untere Hälfte derselben bedecken und so angeordnet sind, daß die einzelnen Röhren bei einem etwaigen Schadhaftwerden abzuschließen sind. Die Röhren bestehen aus einer Legirung von Blei mit Antimon. — Der eigentlichen Kochoperation geht ein Dämpfen des eingefüllten, nur zu kurzen Scheiten zerkleinerten Holzes voran, um aus letzterem die atmosphärische Luft auszutreiben und die Holzporen dem Eindringen der Kochflüssigkeit zugänglicher zu machen, wodurch nicht nur die Kochzeit verkürzt, sondern wegen der Auffaugung der Flüssigkeit mehr Raum für Holz gewonnen wird. Je nach der Beschaffenheit des Holzes dauert das Dämpfen kürzere oder längere Zeit, z. B. länger bei ausgetrocknetem, kürzer bei frischem Holze. Da durch dieses Dämpfen das Holz keinerlei Aenderung erfahren soll, so muß es mit Vorsicht ausgeführt und darauf gesehen werden, daß die Kesseltemperatur 100° C. niemals überschreitet. Auf das Dämpfen folgt das Kochen mit Sulfit und zwar auf die Weise, daß die Flüssigkeit langsam erwärmt und längere Zeit, durchschnittlich acht Stunden, auf einer Temperatur von 108° C. gehalten wird. Dann folgt eine allmähliche Wärmesteigerung bis auf 118° und damit eine beschleunigte Wirkung. Besonderes Gewicht wird bei diesem Verfahren auf ein durch Versuche zu bestimmendes Verhältniß der Flüssigkeit zu den organischen Stoffen gelegt, da der Holzstoff nicht genügend weich oder aufgeschlossen wird, wenn sich eine zu große Menge organischer Substanzen in Lösung befindet, und da sich umgekehrt, wenn der Gehalt an Sulfit zu groß ist, leicht unlösliche Kalktheile auf die Faser niederschlagen, welche sich nur schwierig wieder entfernen lassen und im fertigen Papiere als Knoten bemerkbar machen. Aus diesem Grunde ist besonders am Schlusse der Kochung auf dieses richtige Verhältniß zu achten und zu berücksichtigen, daß sowohl ein Abkochen der Schwefligsäure, als eine Temperaturerniedrigung vermieden wird, weil beides die Wirkung hemmt. Ueber die Menge der im Kocher vorhandenen wirksamen Lösung soll man sich durch das Verhalten von Ammoniak zu der Lösung Gewißheit verschaffen, indem durch das Ammoniak ein Theil der Schwefligsäure gebunden und schwefligsaurer Kalk gefällt wird. Ist dieser Niederschlag in einer mit Theilung versehenen Glasröhre, z. B. etwa 1/16 des Volumens der zur Probe genommenen Lösung, so ist dadurch der Zeitpunkt gegeben, in dem die Schwefligsäure abkocht; Temperatur und Druck lassen

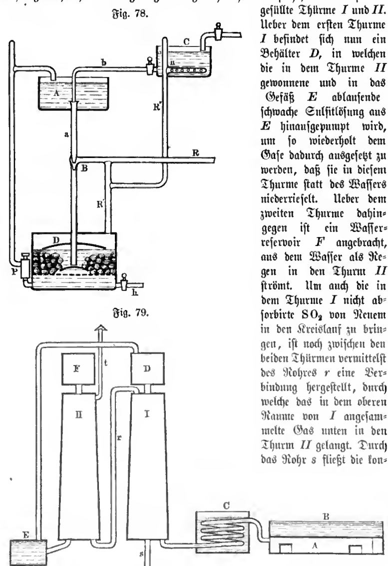
zugleich nach. Beträgt der Niederschlag im Probeglase nur $^1/_{32}$, so ist der Prozeß vollendet und der Augenblick gekommen, um das im Kessel vorhandene Säuregas in den Thurm zu blasen und die Lösung sofort abzulassen. Bei noch geringerem Niederschlage würde sich wahrscheinlich Schwefelsäure und damit brauner, sehr schwer bleichbarer Holzstoff bilden. — Ist das Holz fertig gekocht, so gelangt es vom Kocher in ein Stampfwerk (wozu sich das S. 93 dargestellte Henseling'sche besonders eignen dürfte), welches die Fasern trennt und in Folge zulaufenden Wassers auch zugleich wäscht. Wenn das Holz nicht vorher von den Astknoten befreit war, muß das Stampfwerk so eingerichtet werden, daß die Stampfen diese nicht zerschlägt, damit der Stoff hierdurch nicht verunreinigt wird. Man erreicht dieses dadurch, daß die Stampfen den Boden und die Seiten des Stampftroges nicht berühren. Nach dem Zerstampfen und Sortiren durch Siebe, oder auch unsortirt, wird der Stoff durch Entwässern in Tropfkästen oder Entwässerungsmaschinen (S. 178) marktfähig gemacht. — Die Ausbeute soll 66 Proz. betragen, d. h. 100 Gewthle. trockenes Holz sollen 66 Gewthle. Faserstoff liefern.

4. Verfahren Kellner und v. Ritter. Dieses Verfahren ist vor Allem charakterisirt durch eine eigenthümliche Art der Sulfitgewinnung, welche daher zunächst mit Hülfe der dem franz. Patente Nr. 157 754 entnommenen, schematischen Fig. 78 (a. f. S.) erörtert werden mag. Die Erzeugung des Sulfites erfolgt durch einen Kreislauf, der damit beginnt, daß aus dem Behälter *A* die darin befindliche Lösung von schwefligsaurem Kalke in Schwefligsäure von geringer Stärke durch das Rohr *a* in den Behälter *D* läuft und auf diesem Wege bei *B* einen Injektor passirt, um gereinigtes und gekühltes Schwefligsäuregas durch das mit dem Schwefelbrenner in Verbindung gesetzte Rohr *R* mitzureißen und so gesättigt in den mit Kalkstein beschickten Behälter *D* zu gelangen. In diesem Behälter befindet sich ein doppelter Boden, unter dem sich Sulfitlösung ansammelt, die so lange vermittelst einer Pumpe *P* nach dem Gefäß *A* emporgedrückt und in Zirkulation gesetzt wird, bis sie die gehörige Stärke besitzt, um dann durch den Bleihahn *h* abgelassen zu werden. Die in *D* aus dem kohlensauren Kalk entweichende Kohlensäure und nicht aufgenommene Schwefligsäure, sowie endlich die aus den Pyrit- oder Schwefelöfen kommende Luft gelangen zum Theil durch das Rohr *R'* und dessen Abzweigung *R''* nach dem Wasserbehälter *C*, zum Theil treten sie, angesaugt von dem Injektor *B*, durch *R* wieder in den Kreislauf ein. Da das Ende *n* des Rohres *R''* siebartig durchlöchert ist und im Wasser des Behälters *C* liegt, so wird von diesem Wasser der Rest der SO_2 aufgenommen, während Luft und Kohlensäure frei abziehen. Das in *C* vorhandene Wasser wird sodann durch das mit einem Regulirhahne versehene Rohr *b* und Injektorrohr *a* in den Absorptionsapparat geführt und zur Lösung des Sulfites verbraucht. — Nach einer anderen Anordnung (Fig. 79) werden auch Thürme benutzt und zwar in der Weise, daß das Schwefligsäuregas den Oefen durch Dampfinjektoren abgesaugt und erst in eine große flache, horizontale Kammer *A* geleitet wird, um sich in dieser von mitgerissenem Staube zu befreien und abzukühlen, zu welchem Zwecke die Kammer mit eingesetzten Wänden versehen ist, die einen Labyrinthweg bilden, und von einem Behälter *B*

bedeckt ist, in dem sich kaltes Wasser befindet. Darauf passirt das Gas noch ein Schlangenkühlrohr *C* und gelangt wie gewöhnlich in einfache, mit Kalksteinen gefüllte Thürme *I* und *II*. Ueber dem ersten Thurme *I* befindet sich nun ein Behälter *D*, in welchen die in dem Thurme *II* gewonnene und in das Gefäß *E* ablaufende schwache Sulfitlösung aus *E* hinaufgepumpt wird, um so wiederholt dem Gase dadurch ausgesetzt zu werden, daß sie in diesem Thurme statt des Wassers niederrieselt. Ueber dem zweiten Thurme dahingegen ist ein Wasserreservoir *F* angebracht, aus dem Wasser als Regen in den Thurm *II* strömt. Um auch die in dem Thurme *I* nicht absorbirte SO_2 von Neuem in den Kreislauf zu bringen, ist noch zwischen den beiden Thürmen vermittelst des Rohres *r* eine Verbindung hergestellt, durch welche das in dem oberen Raume von *I* angesammelte Gas unten in den Thurm *II* gelangt. Durch das Rohr *s* fließt die konzentrirte Lösung zu den Cisternen, und durch das Rohr *t* strömt die Kohlensäure, Luft 2c. ins Freie. Zum Kochen des auf gewöhnliche Weise vorbereiteten Holzes benutzt Kellner einen feststehenden vertikalen Kessel, der inwendig mit

Fig. 78.

Fig. 79.



kleinen durch Bleiringe und -Bänder zusammengehaltenen Platten ausgefüttert, und mit zwei durchlochten Böden versehen ist, zwischen welchen das Holz liegt. Zum Erhitzen dient Dampf, welcher durch Röhren eingeleitet wird, die nach dem durch Fig. 70, S. 190, dargestellten Prinzipe mit Injektoren ausgestattet sind, um die Zirkulation der Flüssigkeit hervorzubringen, aber im Kessel hängen. — Zum Kochen erhitzt man den Kesselinhalt etwa acht Stunden unter einem Drucke von 4 Atm. — Die Vorbereitung des Holzes besteht im Entrinden, Zerhacken und sorgfältigen Auslesen der Aeste und Knorren. Die Nacharbeit des gewonnenen Fabrikates beschränkt sich auf Waschen und Mahlen im Holländer.

5. Verfahren Graham in London. Bei diesem Verfahren (Dingler's polyt. Journ. 252, 323) ist eine Abweichung im Kochen bemerkenswerth, indem man zunächst nur einfach schwefligsaure Lösungen beliebiger Basen (Kali, Natron, Magnesia ꝛc.) in den Kocher bringt und, nachdem der Kocher von Luft und Kohlensäure befreit ist, mittelst Einpumpen von Schwefligsäure in Gasform oder Lösung die wirksame Verbindung erzeugt. Es soll durch diese Methode, die in einem vertikalen Kessel mit Dampfmantel zur Ausübung gelangt, in erster Linie ein Entweichen der Säure vermieden, dann aber auch erreicht werden, daß man durch beliebiges, vom Boden aus stattfindendes Nachfüllen stets die Flüssigkeit in gleicher Wirksamkeit erhalten kann. — Der Kocher ist inwendig mit aufgelötheten Bleiplatten gegen die Wirkung der Säure geschützt und zum Füllen und Entleeren um Horizontalzapfen drehbar. — Ferner gehört zu diesem Verfahren noch der Vorschlag, mit den üblichen Bleichmitteln (Chlorkalk) eine Lösung von salpetersaurem Natron oder Kali auf die Fasern wirken zu lassen, die einen Theil der färbenden Substanzen auflösen und die Fasern von unlöslichen Kalksalzen befreien, sowie die schädliche Wirkung der entstehenden Salzsäure verhindern soll.

6. Verfahren Pictet in Genf und Brélaz in Lausanne. Dieses Verfahren (D. R.-P. Nr. 26331) beruht auf der Anschauung, daß sich bei den jetzt allgemein üblichen hohen Temperaturen die Gummi- und Harzstoffe des Holzes in Theer verwandeln und dadurch das Bleichen des Stoffes so sehr erschweren, daß es zweckmäßig sei, eine Lösung von Schwefligsäure zu verwenden, welche die inkrustirenden Substanzen bei niedriger Temperatur beseitigt. Zu dem Zwecke schlägt Pictet eine wässerige Lösung von Schwefligsäure vor. Da man jedoch 100 bis 150 g SO_2 in 1 Liter Wasser zu lösen hat, um im Kocher bei 80 bis 90° C. einen Druck von 5 bis 7 Atm. zu erhalten, so wird flüssiges Schwefligsäureanhydrid unter Druck und dem obigen Verhältnisse in den Kocher gebracht. Die Säure mischt sich mit dem Wasser und giebt die verlangte Lösung, welche im Kessel durch Dampfschlangen auf die Temperatur von höchstens 85° C. gebracht wird, weil bei 90° C. bereits eine Verkohlung beginnen soll. Zum vollständigen Eindringen der Flüssigkeit wird empfohlen, vor Einführung derselben im Kocher durch eine Pumpe eine Luftverdünnung zu erzeugen, um die Holzporen frei zu machen. — Nach dem Kochen findet sich in der Kochflüssigkeit nicht nur eine gewinnbare Menge verschiedener Stoffe, vor Allem Gummi, Harz und ätherisches Oel, sondern auch fast sämmtliche Schwefligsäure vor, weshalb bei diesem Verfahren besonders die Wiederbenutzung der Kochflüssigkeit ins Auge

gefaßt ist, indem man dieselbe nach der Kochoperation in einen zweiten, auch dritten vorher mit Holz gefüllten Kocher leitet, bis sich dieselbe mit anderen Stoffen gesättigt hat. Da aber die Flüssigkeit durch Kapillarität im Holze zurückgehalten wird und nicht direkt von einem Kocher in den anderen fließen kann, so verlangt aus diesem Grunde der Prozeß, daß das Holz aus dem Kocher herausgenommen und ausgepreßt wird, um die Flüssigkeit zu gewinnen. — Durch Verdampfen trennt man die SO_2 von den gelösten Harzen 2c., um sie durch Auffangen wieder zu gewinnen und von Neuem benutzbar zu machen. — Wir müssen zu diesem sehr einfach erscheinenden Verfahren bemerken, daß nach den S. 197 angegebenen Untersuchungen die bei — 10 bis — 15° flüssig gemachte Schwefligsäure einen sehr großen Druck entwickelt, woraus die Thatsache folgt, daß bei einer Temperatur von 85° C. im Kocher bereits ein Druck von 7 Atm. herrscht, trotz der bedeutenden Verdünnung der SO_2, weil bei dieser Temperatur nur noch sehr geringe Mengen der Säure in Wasser gelöst sind. Da es nun große Schwierigkeiten macht, die niedrigen Temperaturen sorgfältig zu regeln, so bietet dieses einfache Verfahren bedeutende Gefahren wegen der entstehenden hohen Drücke, sobald die Temperatur nur unerheblich gesteigert wird.

7. Verfahren von Flodquist in Gothenburg. Hierbei wird zur Herstellung der Kochflüssigkeit die Schwefligsäure zum Theil über Kalksteine, zum Theil über entfettete Knochen geleitet, welche in Thürmen aufgeschichtet sind, um ein Gemisch von schweflig- oder phosphorsaurem Kalzium zu bilden und nebenbei Leimgut zur Leimgewinnung zu erhalten, weshalb stets mehrere (9) Thürme sich so in Thätigkeit befinden, daß man nach Belieben einen nach dem anderen zur Entleerung und Beschickung ausschalten kann. — Das zur Stoffbereitung bestimmte Holz wird zuerst entrindet, von schadhaften und kranken Theilen befreit und im Winkel von etwa 45° gegen die Faserrichtung zu Scheiben von ungefähr 6 mm Dicke geschnitten. Außerdem sollen hier Sägespäne verarbeitet werden, nachdem sie ebenfalls durch Waschen, Sieben, Aussuchen 2c. von Rinden und Schmutztheilen befreit sind. — Die Einrichtung zum Kochen besteht wesentlich aus einem drehbaren Kugelkocher aus Stahlblech, inwendig mit Bleiplatten ausgefüttert, welche durch Schrauben mit großen, flachen, bleiplattirten Köpfen befestigt werden. Außerdem besitzen die Stahlplatten eine Menge kleiner Löcher, durch welche die Luft beim Andrücken der Bleiplatten entweicht. Nachdem der Kocher beschickt (bei Sägespänen nur zur Hälfte, um genügend Flüssigkeit einlassen zu können) und mit Kochflüssigkeit von 5° B. gespeist ist, wird derselbe bei Holz sofort, bei Sägespänen erst, nachdem er zur Vermischung seines Inhaltes eine halbe Stunde gedreht wurde, mit Dampf geheizt, so daß der Druck allmählich auf 4,7 Atm. steigt. Diese Spannung wird so lange erhalten (während sich der Kocher etwa viermal in der Stunde dreht), bis Proben ergeben, daß das Rohmaterial in Brei verwandelt ist, was in der Regel eine Zeit von acht bis neun Stunden erfordert. Nach Beendigung des Kochens wird wie beim Kugelkocher (S. 76) der Inhalt in eine unter dem Kocher befindliche Grube aus Abtropfsteinen oder durchlöcherten Holzwänden abgelassen, und nach dem Ablaufen der Kochflüssigkeit in einem Holländer durch Waschen und Mahlen in Papierzeug

verwandelt. — Die Anwesenheit des sauren, phosphorsauren Kalkes beim Kochen soll das Röthlichwerden des Stoffes verhindern.

8. Verfahren von Archbold in Oswego. Diesem Verfahren liegt das Prinzip zu Grunde, Kalziumsulfit direkt auf der Faser entstehen zu lassen, um dasselbe auch dadurch im statu nascendi kräftiger zur Wirkung zu bringen. Zu dem Zwecke wird der Rohstoff, d. h. zerkleinertes Holz, zunächst im Kochkessel mit Kalkmilch getränkt, welche aus 1 bis 6 Thln. Kalk und 100 Thln. Wasser besteht und bei hartem Holze noch 1 Thl. salpetersauren Kalk erhält. Hierauf wird in den Kocher Schwefligsäure gelassen (entweder in Gas- oder in flüssiger Form) und nach etwa fünf Minuten die Masse einem Dampfdrucke von 4 bis 5 Atm. unterworfen und zwar je nach der Holzart 1 bis $1^1/_2$ Stunden. Nach dieser Operation und einem darauf folgenden Waschen soll eine baumwollartige Fasermasse gewonnen werden, die, wenn es erforderlich scheint, durch eine Mischung von 3 kg Chlorkalk mit 60 g saurer, schwefelsaurer Thonerde auf 100 kg trocken gedachten Stoff eine Bleichung im Holländer erfährt.

II. Gewinnung der Fasern aus Stroh.

Unter Stroh (paille, *strâw*) versteht man die getrockneten, hohlen Stengel oder Halme der Halm- und Hülsenfrüchte, insbesondere der Zerealien: Roggen, Weizen, Gerste, Hafer, Mais, Bohnen u. s. w. Da diese Pflanzen sämmtlich einjährige sind, so werden die Wände der Stengel nicht sehr dick und die Zellen, aus welchen diese bestehen, nicht sehr stark verholzt. Dahingegen bieten sie das Eigenthümliche, daß in gewissen Abständen die Fasern so stark zusammengedrängt sind, daß sie das Rohr abschließen und harte Stellen, sogenannte Knoten bilden, welche der Einwirkung äußerer Mittel einen bedeutend größeren Widerstand entgegensetzen als die zwischen denselben liegenden Halmtheile (Internodien), weshalb es wünschenswerth ist, sie vor der weiteren Verarbeitung des Strohes zu entfernen, wenn der Stoff zu besseren Papiersorten Verwendung finden soll. — Wie bei Holz (S. 154) besteht auch beim Stroh die Hauptmasse aus Fasern, Saft und Inkrustationen; außerdem enthält dasselbe einen beträchtlichen Antheil Kieselsäure, wie folgende Analyse zeigt:

	Weizen	Gerste	Roggen	Hafer	Mais
Fasern	51,0	49,0	47,0	47,0	40,0
Inkrustationen . .	40,0	38,0	45,0	32,4	40,0
Wasser	6,0	9,0	5,5	16,0	16,3
Kieselsäure . . .	3,0	4,0	2,5	4,6	3,7
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Unter sich sind allerdings die einzelnen Stroharten in ihrer chemischen Zusammensetzung ziemlich verschieden, namentlich in so fern, als das Verhältniß zwischen denjenigen Substanzen, welche in Wasser löslich sind, zu den nur in alkalischen Laugen löslichen bedeutend abweicht. Durchschnittlich kann man an-

nehmen, daß dieses Verhältniß[1]) bei Weizen etwa $1/5$, bei Gerste $1/3$, bei Roggen $1/17$, bei Hafer $2/3$, bei Mais $1/4$ bis $1/3$ beträgt. In Verbindung dieser Verhältnisse mit dem zwischen ziemlich weiten Grenzen schwankenden Gehalt an Fasern (40 bis 51 Proz.) erklärt sich zugleich die Werthverschiedenheit dieses Rohmaterials, die außerdem noch wesentlich durch die Reinheit von fremden Beimischungen und den dadurch bedingten geringeren Abfall erhöht, sowie durch örtliche Verhältnisse verändert wird. Die Erfahrung zeigt hier, daß im großen Ganzen das Winterroggenstroh von heller Farbe, wenigstens in Deutschland, die besten Eigenschaften für Strohzellstoffgewinnung vereinigt.

Da in Folge der röhrenartigen Beschaffenheit des Strohes die flüssigen Mittel dasselbe leicht durchdringen, und der Zusammenhang der Fasern hauptsächlich durch die in Wasser löslichen Theile bewirkt wird, so lassen sich die Fasern schon durch Behandlung mit kochendem Wasser in einen Zustand bringen, der zur Trennung derselben nur ein mechanisches Bearbeiten im Holländer oder Kollergang verlangt. Auf diesem einfachen Wege werden daher diejenigen Fasern gewonnen, welche zu dem bekannten gewöhnlichen Strohpapier und der Strohpappe dienen. Es wird zu diesem Zwecke das Stroh, nur durch Ausschütteln gehörig von fremden Theilen befreit, in ganzen Halmen einem mehrstündigen Kochen mit Wasser unterworfen und dann unter den Steinen eines schweren Kollerganges zerquetscht.

Handelt es sich jedoch um die Gewinnung einer geschmeidigen Faser, so müssen die Inkrustationen durch chemische Hülfsmittel entfernt und die Strohhalme vorher in weitergehender Weise gereinigt, sowie sortirt und in kleinere Theile zerlegt werden.

Die Sortirung bezweckt eine Abscheidung des Strohes nach seiner äußeren Beschaffenheit und erfolgt zweckmäßig in fünf Nummern:

- Nr. 1. Bestes, helles, gelbes Stroh, rein von Unkraut ꝛc.
- Nr. 2. Gelbes Stroh, rein von Unkraut.
- Nr. 3. Gewöhnliches, nicht braun gewordenes, von grobem Unkraute befreites Stroh.
- Nr. 4. Dunkeles, braunes Stroh mit Unkraut.
- Nr. 5. Schwarz gewordenes, mit sehr viel Unkraut gemischtes oder geringes Wirrstroh.

Die Zerlegung in kleinere Theile zur Beseitigung der Sperrigkeit, also zur Verminderung des Raumbedarfs, geschieht in der Weise, daß die Stücke etwa 2 cm Länge erhalten und zwar auf gewöhnlichen, schnell und sicher arbeitenden Häckselmaschinen, von denen sich diejenigen vorzüglich bewährt haben, bei denen drei gekrümmte Messer an drei radial gestellten krummen Armen eines sich drehenden Rades angebracht sind, dem parallel zur Radachse das Stroh mittelst gerippter Walzen zugeführt wird.

Mit dem Häcksel der drei ersten Nummern sollte darauf eine Reinigung vorgenommen werden, theils um die Staubtheile zu entfernen, theils um die

[1]) Centralbl. f. Papierfabr. 1871.

Knoten auszuscheiden, welche dann noch als Nr. 6 der obigen Sortirskala zufallen. — Man bedient sich zu dem Zwecke einer Getreideputzmaschine oder Windsege, in der mittelst Ventilatoren ein starker Windstrom erzeugt wird, der den Häcksel ergreift, zertheilt und in Folge dessen die verschiedenen Bestandtheile veranlaßt, sich nach ihrem spezifischen Gewichte auszuscheiden und zu trennen, da die schwersten Theile (Steine, Sand 2c.) zuerst, dann etwaige Getreidekörner, darauf die Knoten und Halme mit Knoten, dann die reinen Halmtheile und endlich die abgeschlagenen Partien der Epidermis, Kornhülsen u. dergl. leichtesten Theile (Kaff) niederfallen. Zum Auffangen dieser verschiedenen Theile dienen fünf Fächer, die in Lage und Größe so angeordnet werden, daß der Windstrom über dieselben hinwegfegt und daß für die fliegenden Theile genügend Zeit zum Niederfallen bleibt.

Wegen der großen Aehnlichkeit, welche die Elemente der Strohmasse, die Fasern oder Zellen, in organischer und chemischer Beziehung mit der Holzmasse besitzen, beruht auch die Abscheidung der Inkrustationen von den Strohfasern auf denselben Grundsätzen, welche S. 185 bei Gewinnung des Holzzellstoffes ausführlich erörtert wurden, weshalb man auch hier wesentlich nach der Wahl der chemischen Hülfsmittel unterscheiden kann: I. das Alkaliverfahren und II. das Sulfitverfahren.

Bei dem Alkaliverfahren, als dessen Begründer man Mellier in Paris betrachten muß, handelt es sich zunächst um die Wahl des Alkalis und sodann um die Bestimmung der Umstände, unter welchen dasselbe am wirksamsten zur Verwendung gebracht wird, also um die Stärke der Lauge, Dauer und Temperatur der Einwirkung.

Bezüglich der in Benutzung genommenen Alkalien ist zu bemerken, daß man allgemein das kaustische Natron vorzieht, wenn auch vereinzelt Aetzkalk angewendet ist, und daß die Natronlösung auf die S. 60 besprochene Weise hergestellt wird. — Betreffs der Stärke der Lauge sowohl als der Temperatur und der Zeit, die für die Anwendung zu wählen ist, verdient der Umstand in erster Linie Berücksichtigung, daß die Inkrustationen im Stroh bedeutend leichter den Lösungsmitteln zugänglich sind als diejenigen im Holze, und daß aus diesem Grunde selbst schwächere Laugen bei geringerer Temperatur und Zeitdauer die Fasern bloßlegen, da auch die im Stroh enthaltene Kieselsäure eine leicht lösliche Modifikation und nicht, wie früher angenommen wurde, krystallinisch ausgebildet und schwer löslich ist. Im Durchschnitt genügt es der Lauge eine Konzentration von 2 bis 3° B. zu geben, und dieselbe bei 120 bis 145° C. (entsprechend einem Drucke von 2 bis 4 Atmosphären) während 3 bis 6 Stunden wirken zu lassen.

Auch hier verlangt die Ausführung des Prozesses, wie bei den anderen Kochoperationen, geschlossene Kessel, welche auf genügende Widerstandsfähigkeit geprüft und mit Manometer, Sicherheits- und Druckregulirventil versehen sind. Dieselben können wegen derselben Aufgabe auch nach den S. 66 erörterten Grundsätzen konstruirt, also Zylinder- oder Kugelkocher mit und ohne Drehung sein. Wenn einerseits nicht zu verkennen ist, daß Drehkocher die Kochoperation sehr fördern und aus den S. 75 angegebenen Gründen für den vorliegenden

Zweck Kugeldrehkocher vor den Zylinderdrehkochern den Vorzug verdienen und deshalb viel verwendet werden, so fällt doch andererseits wesentlich der Nachtheil ins Gewicht, daß in Folge der Drehung eine nicht unerhebliche Menge Fasern sich abreibt und in Verlust geht. Um ohne Bewegung und Abreibung des Strohmaterials eine Zirkulation der Lauge herbeizuführen, verdient der Kocher von Dixon und vor Allem die S. 190 beschriebene Kocherkonstruktion mit Injektor, als eine der einfachsten und zuverlässigsten hervorgehoben zu werden. Um bei Anwendung dieses Durchstromkochers die Bewegung durch die Strohmasse nicht zu sehr zu hemmen, ist es zweckmäßig denselben nur höchstens 3 m lang beziehungsweise hoch, dahingegen mindestens 2 m weit zu machen, so daß derselbe etwa 1000 kg Stroh aufzunehmen vermag.

Die gekochte Strohmasse bedarf selbstverständlich außer der Trennung von der Lauge, welche mit oder ohne Dampfdruck noch im Kocher erfolgt, der Reinigung, der Zerkleinerung, der Sichtung und vielfach der Bleichung als Nacharbeiten.

Die Reinigung besteht in einer Waschung mittelst warmen Wassers, welche oft im Kocher erfolgt und mitunter dreimal nach einander in 10 Stunden wiederholt und mit Rücksicht auf die Wiedergewinnung des Aetznatrons geleitet, also am zweckmäßigsten mit dem Ungerer'schen Verfahren (S. 195) verbunden wird. Am einfachsten gestaltet sich dann die Anlage, wenn man drei oder vier senkrechte Kocher von der Konstruktion Fig. 15 (S. 70) neben einander aufstellt und mit einem Röhrensystem ausstattet, welches mit Hülfe eingefügter Injektoren eine Verbindung zwischen den einzelnen Kochern in der Weise vermittelt, daß man nach Belieben die Kochflüssigkeit in sämmtlichen Kochern zirkuliren und zugleich von einem Kocher in einen anderen treten lassen kann.

Zur Zerkleinerung bedient man sich höchst zweckmäßig des Kollerganges, dann aber auch des Holländers, insbesondere des Zentrifugalholländers (S. 173) und eines Mahlganges (S. 171). — Da der Strohzellstoff in der Regel in den Papierfabriken für den eigenen Bedarf erzeugt wird, so fällt das Trocknen auch gewöhnlich fort, indem man sich auf ein Abtropfen auf Abtropfsteinen beschränkt.

Unter den verschiedenen Verfahrungsarten zur Gewinnung von Natron-Strohzellstoff mögen hier als die wichtigsten folgende erwähnt werden.

1. Verfahren von Römer. Hier wird das sortirte, gereinigte und geschnittene Stroh im Gewichte von 1000 kg erst in einem rotirenden Gefäße mit lauwarmem Wasser zwei Stunden eingeweicht, um einen Theil der in Wasser löslichen Stoffe auszuziehen, und dann nach Ablassen dieses Wassers einmal mit frischem Wasser unter weiterer Rotation ausgewaschen. Nachdem auch dieses Wasser entfernt ist, fügt man soviel Aetznatronlauge, die durch Auflösen von 11 bis 13 kg Aetznatron von 70 Proz. auf 100 kg Stroh in so viel kaltem Wasser erhalten ist, hinzu, daß die Strohmasse von der Lauge nur angefeuchtet wird. Hierauf wird die ganze Masse in einen unter dem Lauger stehenden Kocher entleert, langsam Dampf in diesen durch einen Lufthahn von Luft zu befreienden Drehkessel gelassen und die Spannung auf $4^1/_2$ Atmosphären (149° C.) etwa 4 bis 5 Stunden erhalten. Nach Beendigung dieser Kochperiode wird erst der Dampf, dann ohne Dampfdruck die Lauge in den Abdampf- und Kalzinirofen

(S. 193) abgelassen, und nun während 10 Stunden der Inhalt mit Wasser, das mit einströmendem Dampf auf 30 bis 35° erwärmt wird, gewaschen, bis dieses ganz rein abläuft. Das damit fertige Produkt fällt nun aus dem Kocher in einen unter diesem angebrachten Abtropfkasten, gelangt nach dem Abtropfen auf einen Mahlgang und aus diesem in einen Bleichholländer, um mit Chlorkalk (8 bis 15 kg auf 100 kg Stroh) auf gewöhnliche Weise gebleicht zu werden. — Ohne die sehr günstigen Erfolge dieses Verfahrens zu schädigen, kann man es wohl dadurch vereinfachen, daß man Einweichen und Kochen in demselben Drehkocher vornimmt, wenn man den letzteren nur genügend mit Rippen ausstattet, welche das Zusammenballen der Strohmasse verhindern, das man insbesondere auch durch Einweichen in dem besonderen Gefäß vermeiden will. Dies Verfahren soll bei sehr geringem Aufwande an Brennmaterial etwa 50 Proz. Ausbeute an Strohzellstoff geben [1]).

2. Verfahren von Lahousse in Prag. Bei diesem Verfahren wird das gereinigte Strohhäcksel ebenfalls in einem rotirenden Kugelkessel mit starker Lauge (von 8° B.) imprägnirt und dann, nachdem die überschüssige Lauge zum Gebrauche bei der nächsten Füllung abgelassen ist, in einen 2000 kg fassenden, vertikal gestellten, zylindrischen Drehkocher gefüllt und in diesem vier bis sechs Stunden hindurch mittelst Dampf von 4 Atmosphären Spannung gekocht, der aus Röhren austritt, die, mit kleinen Löchern versehen, im Kessel angebracht sind. Nach dem Kochen und Ablassen der Kochflüssigkeit wird die Masse im Kocher selbst mit heißem Wasser gewaschen und dann in derselben Weise weiter behandelt wie beim vorigen Verfahren, mit dem es überhaupt fast vollständig übereinstimmt.

3. Verfahren von Thode in Hainsberg. Das gereinigte und fortirte Häcksel gelangt zu 750 kg in einen Kugelkocher von 2,35 m Durchmesser, der im Inneren fünf Mitnehmer trägt und sich langsam dreht, nachdem eine Aetznatronlauge von 5° B. in solcher Menge eingelassen ist, daß auf 100 kg Stroh 13 kg Natron, also auf den Kocherinhalt rund 100 kg Natron kommen. (Die Lauge hat gewöhnlich eine Stärke von 5° B., zum Zwecke der leichten Wiedergewinnung aber auch wohl 10° B.) Der beschickte und verschlossene Kocher dreht sich dann eine bis zwei Stunden kalt und darauf sechs Stunden bei einem Dampfdrucke von drei Atmosphären. Nach der damit beendeten Kochung und dem Abblasen des Dampfes wird die Lauge durch den am Kocher sitzenden Hahn abgelassen und zur Wiedergewinnung in den Abdampfapparat gebracht, dann der feste Kocherinhalt in untergestellte Abtropfkästen geschüttet, von hier in Waschholländer, um aus diesen in einen Mahlgang (Feinmühle, S. 171) abgelassen, sowie endlich zum Bleichen von einem Bleichholländer aufgenommen und vollständig fertig gemacht zu werden. Man soll nach diesem Verfahren angeblich 46 bis 47 Proz. Strohzellstoff gewinnen.

[1]) Bei dieser Ausbeute, welche den Gehalt an Fasern übertrifft, ist vermuthlich noch ein entsprechender Theil Inkrustationen ungelöst, also mit den Fasern verbunden geblieben.

4. Verfahren von Lespermont. Nachdem das Stroh von Gräsern, Futterkräutern u. dergl. die Bleichung erschwerenden Substanzen befreit ist, wird es auf einer großen Häckselmaschine in Längen von 20 bis 25 mm zerschnitten, hierbei von einer Siebvorrichtung wie bei Putzmühlen aufgefangen und gereinigt in Säcke gefüllt, die davon 40 bis 50 kg aufnehmen. Dann erfolgt die Kochung mit je 1000 kg in Zylinderdrehkochern mit einer Aetznatronlauge von 5° B. bei der hohen Temperatur von 150 bis 180° C. (4,5 bis 9,5 Atmosphären) und zwar durch sechs Stunden! Außer dieser gewaltsamen Kochung zeichnet sich dieses Verfahren noch durch Anwendung eines Waschverfahrens aus, das zwar seinem Prinzipe nach sehr beachtenswerth ist, aber einen Apparat nothwendig macht, dem man Einfachheit absprechen muß. Das Prinzip beruht in der Wirkung der Gegenströmung, d. h. in der Erzeugung zweier entgegengesetzter Strömungen, derjenigen des reinigenden Wassers und derjenigen des zu waschenden Strohzellstoffes. Zu dem Zwecke läuft der letztere durch eine Anzahl, z. B. 11 konischer mit Drahtsieb überzogener Trommeln, die, auf zwei parallele Wellen vertheilt, sich kontinuirlich drehen und dabei so angeordnet sind, daß die durch die Siebmaschen der ersten Trommel abgeschiedene Lauge ununterbrochen zum Abdampfofen gelangt, während der Trommelinhalt aus dem weiten Ende herausfallend, durch Schöpfschnecken in das enge Ende der zweiten Trommel gehoben und aus dieser das Wasser in die erste Trommel geleitet wird. In der letzten Trommel befindet sich daher der reinste Stoff um zuletzt mit dem in diese Trommel eintretenden reinsten Wasser vermischt zu werden. Neben einem ungemein wirksamen Waschen erreicht man mit dieser Anlage in ähnlicher Weise, wie bei dem Systeme Ungerer, eine für die Wiedergewinnung des Natrons günstig konzentrirte Lauge, aus welchem Grunde der Lespermont'sche Waschapparat auch in der Holzzellulosefabrikation Aufnahme gefunden hat, da mit demselben 86 Proz. der zum Auslaugen verwendeten Soda, bei einem Verbrauche von 2 bis 2,5 kg Steinkohlen für jedes Kilogramm Soda, wiedergewonnen werden soll (Dingler's pol. Journ. **221**, 22).

Das Sulfitverfahren zur Gewinnung von Strohzellstoff unterscheidet sich von dem gleichnamigen Verfahren für Holzsulfitstoff allein dadurch, daß die aus Kalk- oder Magnesiumsulfit bestehende Kochflüssigkeit nur eine Konzentration von 2,5° B. hat und daß die Kochzeit nur vier bis sechs Stunden zu dauern braucht. Es kann daher bezüglich dieser Art Strohzellstoffgewinnung auf das oben Erörterte verwiesen werden und zwar um so mehr, als dieselbe gegenwärtig keine große Bedeutung besitzt und höchst wahrscheinlich auch in Zukunft keine große Anwendung finden dürfte, weil die unverkennbaren Vortheile, welche dieselbe bei der Verarbeitung des Holzes auf Faserstoff gewährt, sich bei Stroh in nur geringem Grade zeigen, da dieses Material viel weniger Schwierigkeiten bei der Bloßlegung der Fasern durch das Natronverfahren darbietet.

III. Gewinnung der Fasern aus Esparto, Alfa &c.

Von großer Bedeutung für die Papierfabrikation sind jene Fasern geworden, welche allgemein unter dem Namen Alfa sich eingebürgert haben und namentlich in England in sehr großen Mengen für diesen Zweck Verwendung finden. Die Alfa wird von verschiedenen Pflanzen gewonnen und zwar erstens von dem Espartograse, zweitens von Halfa und drittens von Diß.

Espartogras ist nahe verwandt mit unseren einheimischen Pfriemengräsern (Stipa) und ist daher auch von Linné mit dem Namen Stipa tenacissima belegt, später von Kunth aber Macrochlea tenacissima benannt. Die Pflanze wächst hauptsächlich auf den spanischen Hochebenen (Espartosteppen), in Portugal und Nordafrika auf steinigem, sonst unfruchtbarem Boden in einzelnen, $^1/_2$ bis $^2/_3$ m hohen, runden Büschen, welche sich zusammensetzen aus vorigjährigen Blättern, welche rund zusammengerollt sind und neuen Blättern, welche sich halb rund zusammenrollen. Sie treibt im Sommer einen $^1/_2$ bis $^2/_3$ m langen, starren Halm, der sich mit einer zusammengezogenen, seitwärts gekrümmten Aehre krönt. Diese Macrochlea, in Spanien Atocha, auch kurz Sparto, genannt, liefert in ihren Blättern das Material zu der echten Espartofaser.

Mit Espartogras wird vielfach der falsche Esparto (Esparto basto) oder Albardin verwechselt, obwohl es eine andere Pflanze, nämlich Lygeum spartum, ist, die unter denselben Verhältnissen wächst, aber in Nordafrika (Algier) den Namen Halfa oder Alfa führt. Dieses Gras besteht aus $^1/_3$ bis $^2/_3$ m langen Halmen und bildet binsenartige Blätter, welche den Espartoblättern deshalb so ähnlich sind, weil sie ebenfalls ein bindfadenartiges, zähes Gebilde darstellen. Da jedoch in diesen Halmen knochenharte Knoten vorhanden sind, so ist Alfa weniger geschätzt als Esparto.

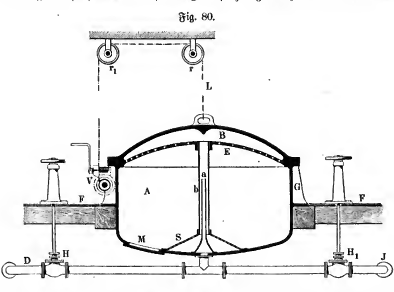
In Nordafrika, längs des ganzen Mittelmeeres, endlich wächst noch ein drittes Gras von schilfartigem Wuchse, aus der Familie der Straußgräser, welches ebenfalls als Alfa gilt, speziell den Namen Diß führt und botanisch als Ampelodesmos tenax bestimmt ist. Das Gras wird 2 bis 3 m hoch, hat linienförmige, gekielte, starre, zähe Blätter, welche in Fasern aufgelöst, ein Material liefern, das noch weniger geschmeidig ist als Alfa.

Nach Macadam's Untersuchungen ist das Espartogras in 100 Gewthln. zusammengesetzt aus:

Fasern	56,28
Stärke, Gummi, Zucker	22,37
Eiweißartigen Stoffen	5,46
Mineralischen Substanzen	5,04
Oel	1,23
Wasser	9,62

Dasselbe zeichnet sich also durch einen sehr hohen Fasergehalt und dadurch aus, daß die anderen Theile leicht löslich sind, oder doch gemacht werden können, weshalb denn auch die Bloßlegung der Fasern mit wenig Schwierigkeit verbunden ist. Sie besteht darin, daß man das Rohmaterial zunächst von Wurzeln und groben Verunreinigungen durch Handarbeit trennt, dann sortirt, in feststehenden Kochern mit Aetznatronlauge kocht, das Ganze wäscht, mahlt und mit Chlorkalk bleicht. — Im Einzelnen stehen hier zwei Verfahren einander gegenüber. Bei dem einen Verfahren benutzt man den S. 69 beschriebenen Kocher (Fig. 80), füllt denselben mit ungeschnittenem Esparto und einer Auflösung von Aetznatron in Wasser in solcher Stärke, daß 14 kg 60 prozentiges Aetznatron und 400 bis

Fig. 80.



450 Liter Wasser auf 100 kg Gras kommen. Nach aufgelegtem Deckel wird Dampf zugelassen, bis etwa $^1/_4$ bis $^1/_3$ Atm. Ueberdruck entstanden ist und bei dieser Pressung sechs bis acht Stunden gekocht. — Nach dem Kochen findet eine weitere Behandlung wie beim Stroh statt. Die Bleichung fordert 10 bis 12 kg Chlorkalk auf 100 kg Fasern. — Das andere Verfahren unterscheidet sich von dem ersten wesentlich nur durch Anwendung hoher (etwa 4 Atm. betragender) Spannungen und dadurch, daß das gut sortirte Material vor dem Kochen durch Walzen gequetscht wird. — Das erste Verfahren ist am vollkommensten durch Routledge in Sunderland ausgebildet, indem derselbe nach dem Systeme Ungerer das Kochen in einer Kocherbatterie von 20 Kochern, mit zweistündigem Wechsel ausführt, wodurch die Lauge vollständig erschöpft und die verbrauchte Menge Natron auf 5 Proz. ermäßigt wird. — Die Ausbeute an Fasern soll sich mindestens auf 40 Proz., unter Umständen auf 50 Proz. beziffern. — Die Wiedergewinnung des Natrons erfolgt nach den oben (S. 192) angegebenen Regeln.

In neuester Zeit ist ferner das Sulfitverfahren für die Fasergewinnung aus Esparto vorgeschlagen und zwar in der Weise, daß man das sorgfältig gereinigte Gras mit einer Lösung von 1 bis 4 Proz. Magnesia und 4 bis 5 Proz. Schwefligsäure kocht, indem man den Druck allmählich auf 5,5 bis 6 Atm. bringt und zwei bis vier Stunden in dieser Höhe erhält. Nach dem Kochen wird das Fasermaterial gut ausgewaschen, nach Belieben mit Chlorkalk gebleicht und direkt im Holländer zu Papierstoff verarbeitet. — In Anbetracht einerseits der Leichtigkeit, mit welcher sich die Espartofasern durch Behandlung des Grases mit Natronlange gewinnen lassen, und andererseits der Umständlichkeit, welche das Sulfitverfahren bedingt, wird wohl das letztere in der Verarbeitung von Alfa kaum große Bedeutung erlangen (Dingler's pol. Journ. 243, 394).

IV. Fasern aus Papierabfall.

Da in den Papierfabriken ziemlich viel Papierabfall entsteht, so findet dieser zugleich mit altem Papiere auch zur Fasergewinnung Verwendung, indem man denselben gewöhnlich erst zwischen Rollsteinen quetscht und dann sofort der Fasermasse im Holländer zusetzt. Manchmal gelangt altes Papier ꝛc. schon im Kocher mit in den Kreislauf wieder ein; doch ist hiervon kein erheblicher Nutzen zu erwarten, da der größte Theil der kleinen Fasern bei dem Waschen verloren geht.

Zweiter Abschnitt.

Zubereitung des Stoffes.

Der außerordentlich große Benutzungskreis, den das Papier nach und nach um sich gezogen hat, beruht auf einer weitgehenden Verwendungsfähigkeit desselben, und diese wird wieder außer seiner Grundeigenschaft durch eine große Reihe von Eigenthümlichkeiten bedingt, welche man nach bestimmten, auf Erfahrung beruhenden Regeln dem Papiere zu ertheilen vermag und zwar zu einem großen Theile bereits durch eine besondere Zubereitung der Fasern, bevor dieselben in die Papierbildung eintreten.

Aus diesem Grunde unterliegt der Ganzstoff fast immer noch einer oder mehreren Vorarbeiten, welche geeignet sind, demselben die für bestimmte Gebrauchszwecke nothwendigen oder erwünschten Eigenthümlichkeiten zu verleihen und hauptsächlich in einer Zumischung besonderer Stoffe oder in einer Vermischung verschiedener Fasern bestehen und demnach wesentlich in die Arbeiten des Stoffmischens, Bläuens, Weißens, Füllens, Leimens und Färbens zerfallen.

Erstes Kapitel.

Mischen, Bläuen, Weißen, Füllen.

I. Mischen.

Das Sortiren der Hadern verfolgt wesentlich den Zweck, verschiedene Gruppen und Klassen zu bilden, um diese getrennt in Halbstoff oder Ganzstoff zu verwandeln. Dadurch ist man nicht nur im Stande, für jede Gruppe oder Klasse das passende Verfahren festzustellen und auszuführen, um ohne erheblichen Faserverlust zum Ziele zu kommen, sondern man kann auch die Ungleichartigkeit

Papiersorten	Mischung aus Halbstoff	
	Prozent	Hadern Nr.
Brief- I. extrafein . . .	50	1
	50	3
Brief- I. dickes	75	1
	25	3
Brief- I. extradünn . . .	25	2
	75	3
Brief- II. fein	50	2
	50	3
Brief- III. mittelfein . .	25	3
	25	4
	50	8
Schreib- I. Post	50	2
	50	3
Schreib- II. fein Kanzlei .	25	3
	50	4
	25	8
Schreib- III. Kanzlei . .	50	4
	25	8
	25	9
Schreib- IV. Konzept . .	25	5
	50	6
	25	9
Druck-Kupfer-	25	1
	50	2
	25	11
Druck-Stahl-	25	1
	75	2
Druck-Stein-	25	1
	25	2
	50	11
Druck- I. Post extrafein .	25	2
	25	3
	25	8
	25	11
Druck- II. Kanzlei fein .	25	3
	25	8
	25	11
	25	12
Druck- III. Kanzlei mittelfein	25	4
	25	9
	25	12
	25	13

Papiersorten	Mischung aus Halbstoff	
	Prozent	Hadern Nr.
Druck- IV. ord. Kanzlei .	25	5
	25	13
	25	14
	25	17
Druck- V. ord. Konzept .	25	6
	25	14
	25	16
	25	17
Seiden-Einschlag- . . .	25	2
	25	3
	25	4
	25	8
Bildereinlage-	25	1
	25	2
	25	8
	25	11
Töpferdruck-	25	3
	25	8
	25	13
	25	17
Kopir-	25	1
	25	3
	25	9
	25	12
Goldschlag-	50	5
	25	6
	25	14
Zigarretten-	25	1
	50	2
	25	11
Farbig Umschlag- fein . .	25	3
	50	4
	25	8
Farbig Umschlag- mittel .	50	4
	25	8
	25	9
Blau Pack-	75	10
	25	15
Grau Pack-	50	7
	25	14
	25	16

der verschiedenen Sorten in so weit aufheben, als man wenigstens die Fasern der nahe zusammenliegenden Klassen auf gleiche Stufe der Feinheit bringt. Hierdurch ist nun ein wichtiges Mittel gewonnen nach gewissen Grundsätzen auch solche Fasern gemeinschaftlich zu Papieren zu verarbeiten, zu welchen sie ursprünglich nicht tauglich erscheinen, sowie je nach der herzustellenden Papiersorte und Papierart durch passende Zusammensetzung sämmtliche Hadernsorten ziemlich in demselben Verhältniß zu verwenden, als sie zugehen.

Diese Zusammensetzung, welche das Mischen genannt wird, ist daher mit Umsicht und Fachkenntniß zu leiten, wenn sie sich den gerade vorliegenden Verhältnissen anschmiegen soll und stets nach dem Grundsatze durchzuführen, so viel wie möglich doch nur einander recht nahe stehende Klassen zu mischen. — Im Allgemeinen wechseln die Umstände, welche die Mischung beeinflussen und bedingen, außerordentlich, da sie sich richten nach dem Angebote und dem Vorrathe von Hadern und deren Preise, nach dem zu erzeugenden Fabrikate, oft auch nach der Ansicht des Fabrikanten u. s. w., weshalb nach dieser Richtung gemachte Vorschläge nur als Anhaltspunkte gelten können. In diesem Sinne ist demnach die in vorstehender Tabelle zusammengestellte Stoffmischung aufzufassen, welche, direkt auf die S. 31 und 32 angegebene Hadernskala bezogen, von Dr. Rudel aufgestellt wurde und die Mischungsverhältnisse von Halbstoff aus den betreffenden Hadernnummern in Prozenten angiebt.

Die vorstehende Tabelle enthält ausschließlich Mischungsverhältnisse, welche sich auf Hadernmaterial beziehen und bedarf einer Ergänzung für den jetzt so oft vorkommenden Fall der Zumischung von Fasern aus Ersatzstoffen. Da es nun in der Natur der Sache liegt, daß solche Mischungen besonders gewählt werden, um Hadernfasern zu ersetzen, so ist begreiflich, daß sich hier über dieselben allgemeine Regeln gar nicht geben lassen, sondern daß die Entscheidung über die Größe der Zumischung von Fall zu Fall zu treffen ist und abhängig gemacht werden muß von Umständen, die fortwährend, von im Voraus oft unbestimmbaren äußeren Verhältnissen bedingtem Wechsel unterworfen sind. Es sei hier nur angeführt, daß z. B. für das vielfach vorkommende feste, etwas glasige, zu Briefumschlägen, Kreuzbändern u. dergl. verwendete Papier als Mischung genommen wird:

30 Thle. mittelfeine Baumwolle,
40 Thle. ungebleichter Holzsulfitstoff,
30 Thle. gebleichter Strohstoff.

II. Bläuen, Weißen, Füllen.

Wenn die Einwirkung des Chlores bei dem Bleichen des Stoffes keinen schädlichen Einfluß auf die Festigkeit der Fasern haben soll, so muß sie in einem Augenblicke eingestellt werden, in dem eine vollständig weiße Farbe des Stoffes in der Regel noch nicht vorhanden ist, sondern wo die Farbe noch von den braunen

Substanzen der Fasern begleitet, dem fertigen Papiere eine unansehnlich weiße Färbung giebt, die bei geleimtem Papiere außerdem vermehrt wird durch die mehr oder weniger braun färbende Harzleimung. Soll daher dem Papiere eine vollkommen weiße Farbe zu Theil werden, ohne die Fasern bei dem Bleichen der Gefahr einer Verschlechterung auszusetzen, so muß man zu Mitteln seine Zuflucht nehmen, welche den unbeliebten bräunlichgelblichen Ton dem Auge entziehen. Dies kann entweder dadurch geschehen, daß man denselben durch einen entsprechenden Farbenzusatz in einen angenehmen Ton verwandelt, oder durch Umhüllen mit wirklich weißen Körpern versteckt.

Im ersteren Falle gewinnt man einen entsprechenden angenehmen Ton durch Zusatz einer blauen Farbe in dem Maße, daß ein feiner, blauer Schimmer entsteht, und nennt daher diese Farbenverwandlung das **Bläuen** (azurer, *blueing*). — Im zweiten Falle setzt man den Fasern vor der Verfilzung weiße Substanzen in sehr fein vertheiltem Zustande zu und benennt diesen Vorgang das **Weißen**.

A. Bläuen.

Die zum Bläuen bestimmten Farben müssen so beschaffen sein, daß sie dem Lichte ausgesetzt, nicht verbleichen und auch durch die in geleimtem Papiere vorhandenen Thonerdesalze nicht verändert werden. Früher wandte man vielfach Indigoblau und Berlinerblau an, während jetzt wohl ausschließlich das künstliche Ultramarin und hie und da Anilinblau benutzt werden. Da beide Farben sehr stark bläuen, so ist beim Zusetzen zum Stoffe Vorsicht anzurathen. — Das künstliche Ultramarin wird am einfachsten in der Weise vorbereitet, daß man es in einer Reibschale mit Wasser so lange reibt, bis alle Klümpchen vollständig verschwunden sind, weil diese sonst später im Papiere als blaue Flecke zum Vorschein kommen. Mit Rücksicht darauf dann, daß der nasse Stoff die Farbe stets etwas kräftiger erscheinen läßt, als trockenes Papier, fügt man dem Stoffe im Holländer nach und nach von dem feinst suspendirten Ultramarine zu. — Da das künstliche Ultramarin in mehreren Nüanzen vorkommt, so ist beim Ankaufe stets solchem der Vorzug zu geben, welches einen eigenthümlich röthlichen Schimmer besitzt. Dieser Schimmer ist nämlich ein Zeichen dafür, daß das Ultramarin nach dem sogenannten Kieselerdeverfahren dargestellt ist und deshalb der Alaunwirkung widersteht, während das andere unter Entwickelung von Schwefelwasserstoff von dem sauer reagirenden Alaun zerlegt wird. — Ist noch freie Säure im Stoffe (S. 151), so empfiehlt sich eine Neutralisation mit etwas Natron oder Ammoniak. Das Bläuen mit Ultramarin sollte stets bei geleimtem Papiere nach dem Leimen erfolgen, damit dieses dadurch nicht erschwert wird.

B. Weißen.

Das Weißen bezweckt die Erzeugung einer wirklich weißen Farbe der Fasern durch Umhüllung der letzteren mit deckenden Körperfarben, welche gegen Leim ꝛc. indifferent sind und so fest anhaften, daß sie beim Gebrauche des Papieres nicht abfallen. In erster Linie eignen sich hierzu mehrere mineralische Substanzen um so eher, als sie leicht in genügender Menge zu beschaffen sind; außerdem sind auch künstliche Erzeugnisse theils in Verwendung, theils in Vorschlag gebracht. Zu den ersteren gehören: Schwerspath, Kreide, Gyps, Infusorienerde und Thon; zu den letzteren das künstliche, schwefelsaure Baryum und Zinkoxyd.

Der Schwerspath als Mineral ist der Hauptsache nach schwefelsaurer Baryt. Man benutzt für den vorliegenden Zweck die weißen Varietäten, welche auf das Feinste gemahlen und geschlämmt, unter dem Namen Barytherde im Handel vorkommen. Dieses Pulver zeichnet sich durch eine große Weiße, Glanzfähigkeit, Deckkraft und Dauerhaftigkeit, andererseits durch ein sehr hohes spezifisches Gewicht, nämlich 4,5 und große Härte aus. Das hohe spezifische Gewicht ist die Veranlassung, daß der Schwerspath sich nicht nur im Holländer leicht zu Boden setzt, sondern sich auch sehr ungleich durch die Masse vertheilt. Um beides zu verhindern, ist daher ein starker Zusatz von Stärkekleister geboten. Trotzdem bleibt aber nicht aus, daß sich die Barytherde auf der Papiermaschine in Folge des Schüttelns auf der unteren Seite des Papieres mehr anhäuft, als auf der oberen und jener eine, bei Druckpapier für die Buchdruckertypen verhängnißvolle Härte verleiht.

Da das auf chemischem Wege erzeugte Baryumsulfat eine noch größere Deckkraft als das Mineral besitzt, außerdem bei kalter Zubereitung durch Fällung aus löslichen Barytsalzen, namentlich Chlorbaryum, vermittelst Schwefelsäure im höchsten Grade feinpulverig ist und in der Flüssigkeit sich weniger schnell zu Boden setzt, sondern lange in derselben treibt, wenn sie in Bewegung erhalten bleibt, so ist dieses Weißmittel, das unter verschiedenen Namen (Permanentweiß, Blanc fixe, Blanc perl, Neuweiß, Patentweiß, Barytweiß), oft in Teigform mit 25 bis 30 Proz. Wasser angeboten wird, entschieden dem natürlichen vorzuziehen.

Es ist in Vorschlag und auch vereinzelt in Ausführung gebracht, das Baryumsulfat durch Umsetzung der betreffenden Salze direkt im Holländer zu bilden. So theilt Lunge (Dingler's pol. Journ. 231, 463) folgende Zubereitung mit: Auf 80 kg Stoff im Holländer wurden zugesetzt 2 kg krystallisirtes Chlorbaryum (gelöst), dann 2 kg schwefelsaure Thonerde, darauf 2,85 Proz. Harz (verseift), zuletzt wieder 2 kg schwefelsaure Thonerde. Hierbei ergab sich die Thatsache, daß statt der theoretischen Menge von 2,33 Proz. Barytsulfat 2,23 Proz. vorhanden waren, also ein sehr geringer Abgang von Baryt statt-

gefunden hatte. Es dürfte diese Art des Weißens daher alle Beachtung verdienen.

Die Kreide (kohlensaurer Kalk) und der Gyps (schwefelsaurer Kalk) sind, obwohl sie sich leicht sehr weiß und in genügender Menge beschaffen lassen, nicht besonders zum Weißen geeignet, weil sie geringe Deckkraft besitzen und die Stoffleimung ungünstig beeinflussen: die Kreide durch Abgabe der Kohlensäure bei Gegenwart anderer Säuren, der Gyps wegen seiner Löslichkeit in Wasser. Der Gyps wird namentlich unter dem Namen Annaline, Terra alba, Alabasterweiß, Pearl hardening (künstlich durch Fällung von Chlorkalzium mit Schwefelsäure erzeugt), Milchweiß, angewendet.

Der Thon oder die Thonerde (argile, *clay*) in ihren weißen Varietäten vereinigt von allen in Betracht kommenden Mitteln zum Weißen in höchstem Maße die nothwendigen Eigenschaften, und findet daher auch mit Recht die verbreitetste Anwendung und zwar gewöhnlich in der Form von Kaolin, auch Porzellanthon, Bleicherde, Lenzin und China clay genannt. Der Thon ist eine Verbindung der Kieselsäure mit Aluminiumoxyd, in reinem Zustande von vollkommen weißer Farbe, geringem spezifischem Gewichte, außerordentlich leicht in Wasser suspendirbar, höchst indifferent gegen Farben, Leim 2c., dahingegen sehr geneigt, sich fest an die Fasern zu setzen, wodurch das bei Zusatz anderer pulverförmigen Körper vielfach beobachtete Stäuben des Papieres vermieden wird. Das mit Thon geweißte Papier nimmt einen angenehmen, matten Glanz an, ohne die große Härte, welche die Baryterde hervorruft. Nur verlangt der Thon im geleimten Stoffe mehr Leim und im Ungeleimten einen Stärkekleisterzusatz. Der Erfahrung nach soll es am zweckmäßigsten sein, den Thon gehörig in Wasser aufgerührt, bei geleimtem Stoffe vor dem Leimen dem Holländerinhalte hinzuzufügen. In einigen Fabriken gelten komplizirte Vorschriften in dieser Beziehung, deren Werth zweifelhaft erscheinen muß, wenn man bedenkt, wie leicht durch solche Verwickelungen die Uebersicht über den Leimprozeß verloren geht. Es ist nur auf den Abgang der Thonerde Rücksicht zu nehmen, da derselbe 38 bis 48 Proz. beträgt und zwar mehr bei kleineren und weniger bei größeren Mengen.

Aufmerksam zu machen ist hier noch auf die kohlensaure Magnesia, welche als höchst lockere, leichte und weiße Masse sich vorzüglich zum Weißen eignet, aber ihres hohen Preises wegen nur für die feinsten Papiere.

C. Füllen.

Es ist leicht einzusehen, daß die zum Weißen gebrauchten, pulverförmigen Substanzen in hohem Grade auch die in dem Papiere auftretenden Poren verstopfen und in Folge dessen demselben eine dichte, zusammenhängende Fläche ertheilen, welche sich besonders nach dem Satiniren durch hohen Glanz und besondere Glätte zu erkennen giebt, und daß aus diesem Grunde diese Substanzen auch dann dem Stoffe oft zugesetzt werden, wenn man damit nicht das Weißen, sondern nur beabsichtigt, dem Papiere eine hervorragende Glätte zu geben. In

diesem Falle dienen sie ausschließlich zur Füllung der Poren und heißen deshalb Füllstoffe. — Die Füllstoffe vermehren zugleich das Gewicht des Papieres und werden häufig zu diesem Zwecke als Beschwerungsstoffe in übergroßer Menge zugesetzt. Da diese pulverförmigen Körper sich nicht verfilzen können, sondern der Verfilzung der Fasern hinderlich werden, so leidet unter einem bedeutenden Zusatze von Füllstoffen die Güte des Papieres in solchem Maße, daß in allen Fällen, in welchen die Dauer des Papieres eine längere sein soll, man entweder ganz auf solche Zusätze zu verzichten hat, oder nur so wenig nehmen darf, als das Weißen oder die Hervorbringung eines Glanzes erheischt. Diese Grenze scheint zwischen 4 bis 5 Proz. zu liegen; sowie 5 Proz. überschritten werden, muß man das Papier für untauglich zum Gebrauche in jenen Fällen erklären, in denen längere Dauer beansprucht wird. Für Dokumentenpapier ist sogar jeder, selbst ein geringer Zusatz von Thon verwerflich.

Zur Bestimmung der ungünstigen Veränderungen, welche das Papier durch einen Zusatz von erdigen Stoffen erleidet, unterwarf Hartig (Dingler's pol. Journ. 252, 259) eine Probe harzgeleimtes Strohpapier mit einem Aschengehalt von 2,05 Proz. und eine Probe aus demselben Stoffe mit 17,2 Proz. Asche, worunter 15 Proz. Gyps, einer entsprechenden Untersuchung und fand dabei, daß das Papier durch den Zusatz von 15 Proz. Gyps einbüßte:

an absoluter Festigkeit	31,2 Proz.
an Zähigkeit	23,1 „
an spezifischer Zerreißungsarbeit . . .	47,1 „

Näheres im Kapitel „Papierprüfung".

Zweites Kapitel.

Leimen im Stoff.

Das Papier, welches einfach durch Verschlingung oder Verfilzung der Fasern gebildet wird, kann die letzteren niemals so nahe zusammengelagert enthalten, als erforderlich ist, um eine kontinuirliche Masse zu bilden. Es ist vielmehr diese Masse mit sehr kleinen, aber äußerst zahlreichen Räumen versehen, welche nicht nur in Folge der Kapillarität eine mit ihnen in Berührung kommende Flüssigkeit auffangen, sondern auch mit großer Geschwindigkeit vertheilen (Fließen) und endlich durchlassen (Filtriren). Daher kann ein solches Papier Flüssigkeiten durch Aufsaugen fortnehmen und von Körpern, welche in denselben suspendirt, aber zu groß sind, um die feinen Kanäle passiren zu können, trennen. Man nennt dieser Eigenschaften wegen das Papier Löschpapier, Fließpapier (papier fluant, *blotting paper*) und Filtrirpapier und verwendet es in bekannter Weise vielfach. In den meisten Fällen jedoch ist diese Eigenschaft ein Hinderniß für den

Gebrauch, wie es z. B. nicht angeht, auf solchem Papiere zu schreiben, zu zeichnen, zu malen ꝛc., und muß daher beseitigt werden. Diese Beseitigung ist aber nur dadurch möglich, daß man die genannten Kanäle verstopft und die Papieroberfläche in eine dichte, porenfreie Fläche verwandelt, was wiederum nicht durch Ausfüllung mit pulverförmigen Körpern geschehen kann, weil auch diese stets Poren zwischen sich lassen, sondern nur durch Mittel, welche einen ununterbrochenen Zusammenhang bilden. Als ein solches Mittel eignet sich nur eine Flüssigkeit, welche in die Poren einzieht und durch Erstarrung oder Verdunstung eine Masse abgiebt, die sich fest mit den Fasern verbindet und, ohne in Wasser löslich zu sein, eine zur Annahme von Tinte, Farbe, Buchdruckschwärze ꝛc. befähigte Oberfläche erzeugt. Von altersher stehen zu diesem Zwecke klebende Flüssigkeiten, insbesondere Auflösungen von thierischem Leim in Verbindung mit Mitteln im Gebrauch, welche die Löslichkeit der klebenden Substanzen in Wasser beseitigen und hat in Folge dessen jede zu diesem Zwecke in Anwendung gekommene Flüssigkeit den Namen Leim (colle, *size*) und der Prozeß, welcher die Löscheigenschaft des Papiers aufhebt, die Bezeichnung Leimen (collage, *sizing*) erhalten.

Der Zeitpunkt, an welchem die Leimung des Papieres stattfinden kann, ist in so fern verschieden, als man denselben sowohl vor als nach der Papierbildung wählen kann. Im ersten Falle wird die Leimung dadurch vollzogen, daß man die Fasern, bevor sie zur Verfilzung gelangen, mit Leim überzieht, im zweiten Falle erfolgt die Leimung durch Tränkung des fertigen Papieres mit Leimlösung.

Soll die Leimung nach der ersten Methode erfolgen, so ist dazu erforderlich, daß der Leim dem Stoffe zugesetzt wird. Deshalb heißt diese Leimung auch die Stoffleimung (collage de la pâte, *stuff-sizing*). Da die Leimung nach der zweiten Methode früher ausschließlich mit den Papierbogen vorgenommen wurde, so nennt man sie kurz Bogenleimung. — Die Stoffleimung gehört demnach zu den Arbeiten der Stoffbereitung, während die Bogenleimung eine Nacharbeit ist und daher erst später ausführlich erörtert werden kann.

Zum Zwecke der Stoffleimung wird die zum Leimen gebrauchte Flüssigkeit eine gewisse Anzahl von Bedingungen zu erfüllen haben, welche in den einer guten Leimung zukommenden Eigenschaften begründet sind. Zu diesen gehört in erster Linie natürlich die Eigenschaft, die Zwischenräume in solcher Weise auszufüllen, daß die Porosität verschwindet und die Fasermasse verklebt wird; damit aber der Zweck dieser Eigenschaft in Erfüllung gehen kann, muß die in der Flüssigkeit anwesende, klebende und im Papier zurückbleibende Substanz eine solche Neigung sich mit den Fasern zu verbinden besitzen, daß diese damit gewissermaßen überzogen werden, ohne dabei ihre Geschmeidigkeit einzubüßen, d. h. ohne an einer vollständigen Verfilzung verhindert zu sein. Nach der Verfilzung muß die Leimflüssigkeit das Wasser leicht abgeben können und die zurückbleibende Substanz gegen Wasser möglichst unempfindlich, jedenfalls in Wasser unlöslich und doch so beschaffen sein, daß sie Flüssigkeiten (Tinte, Tusche, Farbe, Druckerschwärze) die Aufnahme ohne Zerfließen gewährt. Sie darf ferner weder das Papier durchscheinend noch brüchig machen, noch im Geringsten einen schädlichen Einfluß auf die Fasern, auf die Farbe u. dergl. ausüben.

Als die wichtigste Eigenschaft der leimenden Substanzen ist ihre Fähigkeit anzusehen, sich auf die Faser niederzuschlagen und zu befestigen. Durch diese Fähigkeit, als eine Vorbedingung zur Erzielung einer Leimung, gewinnt diese letztere eine Analogie mit den Vorgängen beim Färben der Fasern. Hier unterscheidet man zwischen subjektiven und adjektiven Farben, indem man subjektive Farben solche nennt, welche sich vermöge der ihnen eigenen Verwandtschaft zu den Fasern mit diesen ohne Weiteres, also direkt färbend verbinden, und mit adjektiven Farben jene bezeichnet, welche keine Verwandtschaft mit den Fasern haben, wodurch sie sich auf denselben direkt befestigen können, sondern zu einer solchen Befestigung eines Mittelgliedes (sog. Beize) bedürfen, das sowohl zu den Fasern als zu den Pigmenten einen solchen Grad von Anziehung besitzt, daß es beide mit einander mittelbar verbindet.

Dieser Analogie wegen ist es nicht unangemessen, die Vorgänge beim Leimen als subjektive oder adjektive aufzufassen, weil sie thatsächlich sich unter Erscheinungen vollziehen, welche denjenigen der Färberei zweifellos sehr nahe, wenn nicht durchaus gleich kommen.

A. Leimmaterialien.

Es sind nur wenige Substanzen bekannt und in Anwendung, welche die oben erörterten Bedingungen in genügendem Maße zu erfüllen vermögen und unter diesen steht wieder eine in so hervorragender Weise oben an, daß es geboten erscheint, zunächst auf die hierauf begründete Stoffleimung ausführlich einzugehen. Diese Substanz ist das Harz (résine, *rosin*) und die damit ausgeführte Leimung die Harzleimung oder vegetabilische Leimung (collage résineux, collage végétal, *rosin-sizing*) im Gegensatze zu der thierischen oder Gelatineleimung.

Das hier in Betracht kommende Harz stammt von den gewöhnlichen Nadelhölzern (Fichte, Kiefer, Tanne), aus deren Rinde eine flüssige Masse ausschwitzt, welche den Namen Terpentin führt und bei freiwilliger Verdunstung des hierin enthaltenen Terpentinöls eine festere Masse zurückläßt, welche noch etwas Oel enthält, aber als Barras, Galipot oder Fichtenharz auf den Markt gelangt. Wird Galipot geschmolzen und durch Stroh oder Werg gegossen, so verliert es neben den Verunreinigungen (Rinde, Erde, Nadeln 2c.) auch Wasser und bildet erkaltet das sogenannte weiße Harz (Weißpech); bei stärkerer Erwärmung zum Zwecke der Terpentinölgewinnung wird die Farbe gelb und endlich braungelb und braun. Erfolgt das Austreiben des Oeles durch Erhitzen mit Wasser, so gewinnt man das sogenannte Burgunderpech; während in dem Falle, wo die Destillation ohne Wasserzusatz vorgenommen wird, das Kolophonium oder Geigenharz entsteht. — Das letzte Produkt, welches für das Papierleimen allgemein in Verwendung steht, ist durchscheinend und durchsichtig, hat eine gelblichbraune bis dunkelbraune Farbe, zeigt beim Zerschlagen einen glänzenden, muscheligen Bruch und in der gewöhnlichen Temperatur einen bemerk-

baren Grad von Sprödigkeit, so daß es sich pulvern läßt. Schon die Wärme der Hand macht es klebrig; je nach Abstammung und Beschaffenheit erweicht dasselbe von 55° an und schmilzt bei 87 bis 100°. In Wasser ist das Kolophonium vollständig unlöslich; doch löst es sich leicht in Alkohol, Aether, Benzin und Oelen. Von Wasser wird es nicht, von alkalischen Flüssigkeiten aber sofort genetzt. — Während konzentrirte Schwefelsäure das Harz auflöst, ist es in verdünnter Schwefelsäure unlöslich, weshalb ein Zusatz von Wasser zu der Schwefelsäurelösung dasselbe wieder in flockiger Gestalt ausscheidet.

Mit Metalloxyden geht das Harz salzartige Verbindungen ein, in welchen es die Rolle einer Säure (Harzsäure) spielt. Diese Verbindungen werden deshalb Resinate genannt. Entstehen dieselben mit Alkalien, so lösen sie sich leicht in Wasser zu Lösungen auf, welche stark schäumen und einen so ausgeprägten Charakter von Seifenlösungen besitzen, daß man die Alkaliresinate vielfach als Harzseife auffaßt und bezeichnet. — Die Verbindungen mit den anderen Metalloxyden sind fast sämmtlich in Wasser garnicht oder schwer löslich; deshalb entstehen in den Lösungen von Harzseifen durch Zusatz anderer Metallsalze Niederschläge oder Ausscheidungen von unlöslichen Resinaten. — Setzt man aber den Lösungen der Alkaliresinate Säuren zu, welche chemisch stärker sind als die Harzsäure, so wird diese in derben Flocken oder in emulsionsartiger feiner Vertheilung ausgeschieden, und ein entsprechendes Alkalisalz gebildet.

Die genannten Eigenschaften, welche das Harz nur mit einigen anderen Substanzen theilt, machen es für den in Rede stehenden Zweck um so mehr geeignet, als außerdem die ausführlichen Untersuchungen von Wurster (Dingler's pol. Journ. **226**, 75 u. f.) über die Harzleimung des Papieres darüber keinen Zweifel mehr lassen, daß das Harz eine große Verwandtschaft zu den Fasern hat. Man kann sich davon überzeugen, wenn man Harz in Aether löst, diese ätherische Lösung auf ungeleimtes Papier bringt und verdunsten läßt. Derjenige Theil des Papieres, welcher Harz zurückbehält, hat dann die Eigenschaften des geleimten Papieres, aus dem das auf die Fasern niedergeschlagene Harz vermittelst Aether so schwierig gänzlich zu entfernen ist, daß man wohl eine starke molekulare Anziehung zwischen Harz und Fasern annehmen kann. Diese Anziehungskraft scheint auch hier, wie in vielen anderen Fällen, besonders in dem Augenblicke groß zu sein, in welchem das Harz aus Resinaten ausgeschieden wird, also auch gewissermaßen im „statu nascendi", weshalb die Harzleimung erfahrungsmäßig am besten von Statten geht, wenn man Fasern und Harz in dem Augenblicke zusammenbringt, wo letzteres aus Lösungen ausgeschieden wird.

Unter der wohl begründeten Annahme aber, daß die Leimung wenigstens zum Theil dadurch erfolgt, daß sich Harz auf die Fasern setzt, kann man den Vorgang nach Analogie mit dem Färben als subjektiv in obigem Sinne auffassen. — Diese Auffassung und dieser Vorgang schließt keineswegs aus, daß eine Fixirung des Harzes auf den Fasern auch durch die Anwendung einer Beize erfolgen oder doch wesentlich unterstützt werden kann, wenn man die Fasern mit einer Beize behandelt, welche dieselben für die Aufnahme des Harzes noch empfänglicher macht und somit die oben erwähnte Vermittlerrolle übernimmt. Während Wurster (a. a. O.) durch seine Untersuchungen zu dem Schlusse gelangt ist,

daß bei der Harzleimung einzig und allein freies Harz die Leimung bewirkt, so weist die Erfahrung ganz entschieden auch der Beize mit Thonerde eine Rolle zu, weshalb es wohl zur Erklärung der Harzleimung zulässig erscheint, die Kombination eines subjektiven und adjektiven Vorganges anzunehmen, in welcher der subjektive Vorgang vielleicht vorherrscht.

B. Bereitung des Leimes.

Um die Leimung des Papieres mit Harz im Stoff vornehmen zu können, ist zunächst erforderlich, das Harz in Lösung zu bringen. Zu dem Zwecke hat man von je her ein Alkaliresinat gebildet. Wenn zwar auch andere Lösungen voraussichtlich eben so gut zum Ziele führen würden (z. B. Lösungen in Alkohol, Aether, Benzin ꝛc.), so sind diese doch aus leicht begreiflichen Gründen, namentlich wegen des hohen Preises, der Feuergefährlichkeit u. s. w. ausgeschlossen, so daß auch heutigen Tages ausschließlich die Harzseife die Grundlage der Leimung bildet, weshalb die Erzeugung dieser Seife von besonderer Wichtigkeit ist, da von ihrer Zusammensetzung und Beschaffenheit der Erfolg des Leimens wesentlich abhängt.

Wenn auch die chemische Zusammensetzung des Harzes noch nicht vollständig feststeht, so deutet doch das Verhalten desselben darauf hin, daß es entweder aus verschiedenen Säuren, oder aus einer Säure besteht, für welche hier nach dem Beispiele Wurster's der Name Harzsäure und die der einbasischen Sylvinsäure zugehörende Formel $C_{20}H_{30}O_2$ gebraucht werden mag, deren Molekulargewicht sich auf 302 berechnet, wenn auch neuerdings von Dietrich zwei verschiedene Säuren, die Abietinsäure und Pimarsäure aufgefunden wurden (Chemiker-Ztg. 1885, 1590).

Auf Grund dieser chemischen Zusammensetzung ist nun die Bildung eines Resinates, insbesondere eines Alkaliresinates, ebenso einfach als leicht durch Behandlung des Harzes mit einer Lösung von Aetzkali oder Aetznatron, wovon es schon in der Kälte aufgelöst wird. Da jedoch die Harzsäure stark genug ist, die Kohlensäure aus den kohlensauren Alkalien auszutreiben, und die Darstellung der Aetzlaugen somit umgangen werden kann, so wird gewöhnlich zur Bereitung der Harzseife kohlensaures Natron angewendet, da man hierbei zugleich am sichersten einen für die Leimung nachtheiligen Ueberschuß von Alkali vermeiden kann. Im Grunde genommen ist es dabei gleichgültig, ob die Soda im kalzinirten oder im krystallisirten Zustande zur Herstellung der Harzseife gebraucht wird. Da die erstere jedoch erst gereinigt, d. h. aufgelöst und durch Absetzen, Filtriren ꝛc. geklärt werden muß und außerdem einen ziemlich stark variirenden Gehalt an kohlensaurem Natron besitzt, während die krystallisirte Soda viel gleichmäßiger in der Zusammensetzung, außerdem rein, und daher in der Wirkung zuverlässiger ist, so nimmt man da, wo nicht besondere Gründe dagegen sprechen, zur Verseifung stets krystallisirte Soda.

Ueber die Mengenverhältnisse giebt allgemein folgende Gleichung Aufschluß:

$$2(C_{20}H_{30}O_2) + Na_2CO_3 = 2(C_{20}H_{29}O_2Na) + CO_2 + H_2O.$$

Da nun das Atomgewicht der Harzsäure = 302 und das der krystallisirten Soda sich aus ihrer Zusammensetzung $Na_2CO_3 + 10H_2O$ zu 286 berechnet, so gebraucht man zur Verseifung von 604 Thln. Harzsäure 286 Thle. krystallisirtes Natron, also auf 100 kg Harz 45,6 kg krystallisirte Soda. In Anbetracht dessen jedoch, daß das Harz immer etwas Wasser und kleine Verunreinigungen enthält, genügen theoretisch auf 100 kg Harz 40 bis 41 kg krystallisirte Soda zur vollständigen Verseifung, d. h. zur Bildung einer neutralen Harzseife, welche sich leicht und vollständig in Wasser zu einer klaren, durchsichtigen Flüssigkeit von brauner Farbe auflöst, die brauner Leim genannt wird.

Von diesem theoretischen Verhältnisse weicht man jedoch in der Praxis vielfach sehr erheblich ab. Müller giebt z. B. in seiner Fabrikation des Papieres (Berlin 1877) S. 350 die Bereitung eines Leimes mit 25 kg und S. 347 mit 25 bis 30 kg krystallisirter Soda an. — Nach dem Erfinder der Harzleimung (Illig) nimmt man so viel ätzend gemachte Soda und Pottasche, als einem Verhältnisse von 30 Thln. krystallisirter Soda auf 100 Thln. Harz entspricht. — Der berühmte französische Papierfabrikant Planche giebt Vorschriften, in welchen 35 Thle. krystallisirte Soda genommen werden. — In dem Handbuche der Papierfabrikation von Carl Hoffmann finden sich ebenfalls verschiedene Angaben, welche zwischen $^1/_7$, also etwa 15 Proz., bis $^1/_4$, also bis 25 Proz. vom Gewichte des Harzes an kalzinirter Soda schwanken. — Nach einer englischen Vorschrift soll man 45 Thle., nach d'Arcet 46 Thle. krystallisirte Soda auf 100 Thle. Harz nehmen.

Wenn auch geringe Abweichungen von dem theoretischen Verhältnisse auf die abweichende Beschaffenheit der Materialien zurückgeführt werden können, so ist doch der Abstand von 25 bis 46 Thln. Soda auf 100 Thle. Harz und die Schwankung im Allgemeinen so groß und verschieden, daß unmöglich gleiche Resinate entstehen können. Bei 46 Proz. Soda ist sicher oft zu viel Alkali im Leime übrig geblieben, während bei 25 Proz. Soda ebenso sicher gewiß $^1/_3$ des Harzes unverseift bleibt. Dennoch kann sowohl in dem einen als in dem anderen Falle mit dem Produkte eine gleich gute Leimung erzielt werden, aber unter verschiedenen Umständen. — Das neutrale Alkaliresinat hat nämlich die Eigenschaft, eine bedeutende Menge Harz aufzulösen oder zu verschlucken, d. h. das neutrale Resinat ist im Stande überschüssiges, während des Kochens flüssig gewordenes Harz beim Erkalten am Zusammenballen zu verhindern und in einer wässerigen Auflösung in so fein zertheiltem Zustande auszuscheiden und zu erhalten, daß es selbst nach langer Zeit ruhigen Stehens schweben bleibt. Wenn demnach weniger als die theoretische Menge Alkali bei der Bildung der Harzseife genommen wird, so entsteht ein Resinat mit überschüssigem Harze.

Die Flüssigkeit ist in Folge dessen denn auch weder klar noch durchsichtig und von brauner Farbe, sondern emulsionsartig-undurchsichtig und von milchigem Ansehen, weshalb man sie ganz passend in der Praxis mit dem Namen weißer Leim, gegenüber dem braunen, bezeichnet hat.

Demnach geben die verschiedensten Vorschriften über die Mengenverhältnisse zwischen Harz und Alkali stets, entweder:

1. ein rein harzsaures Natron, d. h. ein neutrales, in Wasser vollkommen lösliches Resinat, oder:
2. ein harzsaures Natron, das zugleich Harz gelöst enthält, welches sich durch Wasserzusatz ausscheidet.

Um zu bestimmen, wie viel Harz im harzsauren Natron gelöst ist, kann man die obige Gleichung benutzen, welche angiebt, daß zur vollständigen Verseifung von 100 Thln. Harz theoretisch 45 Thle. krystallisirte Soda erforderlich sind. Wurden nun aber nur 36 Thle. Soda zur Resinatbildung benutzt, so sind auch nur $^{36}/_{45}$ oder $^{4}/_{5}$ mal 100, also 80 Thle. Harz verseift und 20 Thle. Harz in Lösung. Nimmt man aus oben erwähnten Gründen 40 Proz. Soda für die Verseifung als ausreichend an, so müßte man, um einen weißen Leim mit 20 Proz. freiem Harze zu bekommen, auf 100 Thle. Harz $^{4}/_{5} . 40 = 32$ Thle. Soda nehmen. Dabei ist jedoch zu bemerken, daß die Menge des Harzes, die in dem Resinate gelöst wird, auch abhängt von dem Konzentrationsgrade und der Temperatur, indem stärkere Lösungen und höhere Wärme die Lösung wesentlich begünstigen.

Obwohl ohne Zweifel zwischen den Fasern des Papierstoffes und dem zur Leimung bestimmten Harze eine sehr bemerkenswerthe Molekularanziehung besteht, so ist doch diese nicht groß genug, um das Alkaliresinat zu zerlegen und dadurch eine Ablagerung des Harzes auf die Fasern zu bewerkstelligen. Aus diesem Grunde kann auch eine Leimung des Stoffes nicht dadurch erfolgen, daß man einfach eine entsprechende Menge Harzseifenlösung dem Zeuge im Holländer zusetzt, sondern es ist eine Zersetzung dieser Seife vorzunehmen. Diese Zersetzung ist auf zweierlei Weise herbeizuführen, nämlich entweder durch eine Säure, welche stärker als die Harzsäure ist und diese daher ausscheidet, oder durch Salze, welche Umsetzungen hervorrufen. — Ist nun die Theorie Wurster's richtig, daß die Leimung des Papieres durch freies Harz erfolgt, welches die Fasern zusammenklebt und die Poren verstopft, so müßte die Leimung vollständig von Statten gehen, wenn man dem Stoffe eine genügende Menge in Wasser gelöste Harzseife zusetzt und nach der gehörigen Vermengung durch Zusatz einer Säure, welche stärker als die Harzsäure und als Kohlensäure ist, das Harz ausscheidet, das nun im statu nascendi die Fasern begierig überzieht. In der That ist diese Art der Zersetzung von Conradin in Chur als Säureleimung ausgeführt und vollkommen gelungen, so daß Conradin eine durchaus zufriedenstellende Leimung erhielt (Dingler's pol. Journ. 231, 459). Bei der Zersetzung des Resinates mittelst freier Säure wäre stets ein Ueberschuß der letzteren anzuwenden, weil es unthunlich ist, den Papierstoff bei alkalischer Reaktion zu leimen. Die Anwesenheit ungebundener Säure muß aber, wenn irgend möglich, vermieden werden wegen des zerstörenden Einflusses derselben auf die Theile der Apparate und Maschinen, mit welchen der Stoff und das fertige Papier, bevor es vollkommen trocken ist, in Berührung kommt und bei Anwendung nicht leicht flüchtiger Säuren wegen der früher (S. 136) erwähnten Bildung von Hydro-

zellulose. Um dem Papierstoffe eine saure Reaktion zu ertheilen und zugleich eine Zersetzung der Harzseife zu bewirken, giebt es kein einfacheres und sicheres Mittel, als die Anwendung passender, saurer Salze, entweder allein oder neben Säure, wenigstens in solcher Menge, als zur Erhaltung der sauren Reaktion erforderlich ist, um den Ueberschuß freier Säure zu vermeiden! Die Wahl des zu diesem Zwecke in Anwendung zu bringenden, sauren Salzes kann nicht zweifelhaft sein, wenn man berücksichtigt, daß es für die Leimung nur von großem Vortheile sein muß, wenn man neben dem subjektiven Vorgange auch den adjektiven zur Wirkung kommen läßt, indem man also ein Salz wählt, welches zugleich die Rolle einer Beize zu übernehmen im Stande ist. Unter allen hier in Betracht kommenden Salzen sind wegen der Reinheit, namentlich bezüglich färbender Metalloxyde, wegen der großen Verwandtschaft zu den Fasern einerseits, sowie zu der Harzsäure andererseits, ganz besonders die Thonerde- oder Aluminiumsalze beachtenswerth, welche daher und wegen ihrer leichten Anwendbarkeit und sicheren Wirkung auch fast ausschließlich für den vorliegenden Zweck in Gebrauch sind und zwar als neutrale Sulfate, welche bekanntlich sauer reagiren.

Die Wirkung der Thonerdesalze bei der Leimung wird auf zweierlei Weise erklärt, indem nach Wurster dieselben lediglich als freie Säuren wirken und danach das Harz einfach unverändert ausscheiden, während von anderer Seite die Annahme begründet wird, daß sich harzsaure Thonerde bildet, welche sich auf die Fasern setzt und die Leimung bewirkt. Nach der ersten Erklärung findet die Umsetzung nach folgender Gleichung statt:

$$1)\quad 6(C_{20}H_{29}O_2)Na + 3Al_2(SO_4)_3 + 3H_2O = 6C_{20}H_{30}O_2 + 3Al_2O(SO_4)_2 + 3Na_2SO_4,$$

d. h. das harzsaure Natron wird durch die schwefelsaure Thonerde im Ueberschusse zersetzt in freies Harz, basisches Thonerdesalz und schwefelsaures Natron. Ist dahingegen ein Ueberschuß von schwefelsaurer Thonerde nicht vorhanden, so bildet sich hauptsächlich neben dem freien Harze, wie es z. B. im weißen Leime vorhanden ist, harzsaure Thonerde, weil die Reaktion nach folgender Gleichung eintritt:

$$2)\quad 6(C_{20}H_{29}O_2)Na + Al_2(SO_4)_3 = (C_{20}H_{29}O_2)_6Al_2 + 3Na_2SO_4.$$

Die bei dieser Reaktion sich bildende harzsaure Thonerde verwandelt sich bei Ueberschuß von schwefelsaurer Thonerde sodann weiter in basisch schwefelsaure Thonerde, unter Ausscheidung von freiem Harze nach der Gleichung:

$$3)\quad (C_{20}H_{29}O_2)_6Al_2 + 2Al_2(SO_4)_3 + 3H_2O = 6C_{20}H_{30}O_2 + 3Al_2O(SO_4)_2.$$

Da nun erfahrungsgemäß zur Erzielung einer guten Leimung stets ein Ueberschuß von Thonerdesalz erforderlich ist, und da außerdem eine Leimung mit Säure allein auch erzielt werden kann, so ist es folgerichtig, daß die Leimung durch ausgeschiedene Harzpartikelchen erfolgt und daß aus diesem Grunde der weiße Leim einen wesentlichen, ökonomischen Vortheil gewährt, weil darin schon ein erheblicher Theil Harz ausgeschieden enthalten ist.

Für den hier erörterten Vorgang, sowie dessen Ursachen und Resultate sprechen allerdings mancherlei Umstände und Untersuchungen. Namentlich z. B.,

wenn die Zersetzung mit Hülfe freier Säure und schwefelsaurer Thonerde erfolgt, ist eine Bildung von harzsaurer Thonerde kaum denkbar. Dann läßt sich harzgeleimtes Papier durch Behandlung mit Alkohol und Aether in bedeutendem Grade „fließend" machen, was nur der Auflösung des freien Harzes zuzuschreiben ist u. s. w.

Andererseits ist es befremdlich, daß bei dieser Auffassung des Leimprozesses ausschließlich die chemischen Möglichkeiten ins Auge gefaßt sind und die Molekularanziehung zwischen den Fasern und dem Harze einerseits und zwischen den Fasern, dem Harze und der Thonerde andererseits, nicht als ein mitwirkendes Mittel berücksichtigt ist, obwohl das bestimmte Verhalten der Thonerde den Fasern gegenüber und die hierauf gegründete Anwendung ihrer Salze als Beizen in der Färberei darauf hätten ebenso gut hinweisen müssen, als die Bildung der sogenannten Lacke aus löslichen Pigmenten mit Hülfe der Thonerdesalze. Dieses bestimmte Verhalten besteht darin, daß verdünnte Lösungen von schwefelsauren Thonerdesalzen durch die Fasern so zersetzt werden, daß basisches Salz gebildet wird und freie Säure in Lösung bleibt. Es ist nicht wohl und um so weniger thunlich, diese unzweifelhaft vorhandene Eigenschaft der Fasern und der Thonerde bei dem Papierleimprozesse außer Acht zu lassen, als sich dadurch auch die Möglichkeit der Leimung mit weniger Thonerdesalz erklärt.

Mit Rücksicht auf sämmtliche, bei der Harzleimung ins Spiel tretende, chemische und physikalische Vorgänge kann man annehmen, daß dieser Prozeß sich folgendermaßen vollzieht. Das Alkaliresinat wird zum Theil durch die freie Säure zersetzt, welche bei der Berührung des neutralen Thonerdesalzes mit den Fasern unter Bildung eines basischen Salzes ausgeschieden wird. Es entsteht schwefelsaures Natron und freies Harz, welches letztere sich vermöge der Flächenanziehung auf die Fasern setzt, welche durch das Thonerdesalz gebeizt und für die Aufnahme begierig gemacht sind. Der Rest des Resinates setzt sich mit dem nicht von den Fasern verschluckten Thonerdesalze zu schwefelsaurem Natron und harzsaurer Thonerde um, die sich ebenfalls theilweise an die Fasern ansetzt und theilweise durch die schwefelsaure Thonerde zerlegt wird in ausgeschiedenes Harz und basisches Salz. Die Leimung erfolgt demnach zum Theil durch freies Harz, zum Theil durch harzsaure Thonerde oder eine Harzaluminiumoxydverbindung, wobei das Verhältniß zwischen leimenden Agentien sehr verschieden sein kann und darf, je nach der angewendeten Leimart, dem Mengenverhältnisse, dem Konzentrationsgrade, ja selbst wahrscheinlich nach der Art der Faser und der Beschaffenheit des Wassers u. s. w. — Bei dieser Auffassung des Leimprozesses kommen auch die Vortheile des weißen Leimes zur Geltung, während die Anwendung des braunen Leimes ebenso vollständige Erklärung findet, als die Möglichkeit, mit sehr verschiedenen Mischungsverhältnissen gut und fest leimen zu können.

In allen Fällen kommt wohl dem frei ausgeschiedenen Harze bei der Leimung die Hauptrolle zu, weshalb es von großer Wichtigkeit ist, dafür Sorge zu tragen, daß die unendlich feinen Harztheilchen mit Sicherheit ausgeschieden und in der Flüssigkeit schwebend erhalten werden. Zu dem Zwecke genügt es, die Flüssigkeit, in welcher die Einwirkung der Thonerdesalze auf die Harzseife stattfindet, etwas dickflüssig oder gelatinös zu machen, weil hierdurch die Ausscheidung

des Harzes verlangsamt und eine sofortige Umhüllung der kleinen Theilchen hervorgebracht wird, welche das Zusammenkleben zu größeren, dichteren Theilen verhindert. Aus diesem Grunde setzt man bei der Leimung der Flüssigkeit eine schleimige Masse, in der Regel Stärkekleister, zu.

In Bezug auf die Thonerdesalze ist endlich zu erwähnen, daß jedes lösliche Thonerdesalz zwar im Stande ist die Zersetzung der Harzseife zu bewerkstelligen, daß aber allgemein die schwefelsauren Salze deshalb in Gebrauch stehen, weil sie am leichtesten zu beschaffen sind. Früher benutzte man ausschließlich die schwefelsauren Thonerdedoppelsalze, welche den Namen Alaun (alun, *alum*) führen, und zwar in der Regel den Kali- oder Ammoniakalaun, seltener den Natronalaun. In neuerer Zeit kommt neben diesen Doppelsalzen vielfach das einfache Sulfat in Gebrauch, welches den Namen „konzentrirter Alaun“ führt. Da nun

in dem Kalialaun	10,8 Proz.	Thonerde
„ „ Ammoniakalaun	11,9 „	„
„ „ konzentrirten Alaun	15,4 „	„

enthalten sind, und von den Bestandtheilen des Alauns in erster Linie die Thonerde zu berücksichtigen und diese in der schwefelsauren Thonerde am reichsten vertreten ist, so ist es begreiflich, daß diese Thonerdeverbindung immer mehr und mehr in Aufnahme kommt, seitdem man sie frei von Eisen und sonstigen Bestandtheilen zu billigen Preisen herstellt. Im Handel kommt dieselbe entweder in derben weißen Massen oder als Kuchen (Alaunkuchen) und zwar von verschiedenem Thonerdegehalte und in verschiedenen Reinheitsgraden vor, wie sie je nach der Feinheit des zu erzeugenden Papieres Anwendung finden. Die Prüfung dieses Salzes ist eine sehr einfache, da es hauptsächlich auf die Wasserbestimmung ankommt, was durch schwaches Erhitzen einer abgewogenen Menge in einem Tiegel geschieht. Das käufliche Salz enthält zwischen 46 bis 57 Proz. Wasser, worunter 43 Proz. Krystallisationswasser. Im reinen Zustande besteht es aus:

Thonerde	18,78
Schwefelsäure	38,27
Wasser	42,95
	100,00

Mehrere Sorten Tafelsulfat ergaben durch die Analyse:

Aluminiumsulfat	47,35	50,80	51,68
Natriumsulfat	4,35	1,24	0,77
Freie Schwefelsäure	0,73	0,27	—
Wasser	47,37	47,47	46,94
	99,80	99,78	99,34

zum Beweise, daß man dasselbe jetzt sehr rein herstellt, was früher in dem Maße längst nicht geschah und daher zu vielen Klagen Veranlassung gab, namentlich wenn es durch Eisen verunreinigt war. Da diese Beimischung auch jetzt noch vielfach angetroffen wird, so ist der Alaun stets darauf zu prüfen. Zu dem Zwecke löst man etwas im Reagenzglase und giebt eine Lösung von Ferrozyankalium zu, welche selbst in starker Verdünnung bei Gegenwart von Eisen einen dunkel

blauen Niederschlag von Berlinerblau hervorruft; noch empfindlicher ist Rhodankalium (Schwefelzyankalium), welches durch eine blutrothe Färbung die Anwesenheit von Eisen anzeigt.

C. Leimverfahren.

Aus der obigen allgemeinen Darstellung über die Vorgänge bei der Harzleimbereitung und dem eigentlichen Leimprozesse geht ohne Weiteres hervor, daß man auf verschiedenen Wegen eine gute Leimung hervorzubringen vermag, und daß scheinbar sehr weit von einander abstehende Vorschriften über die Einleitung und Ausführung des Verfahrens zu gleich guten Resultaten führen können. Ferner erklärt sich daraus auch die Thatsache, daß so viele Ansichten über diesen ebenso wichtigen, als interessanten Theil der Papierfabrikation herrschen und daß das Mißlingen oder Nichtgutgelingen der Leimung mitunter von geringfügigen Umständen herrührt, die ausfindig zu machen sind, wenn man in der Operation sicher gehen will. — In Folgendem müssen wir uns darauf beschränken, an mehreren der Praxis entnommenen Beispielen das ganze Verfahren der Leimung im Stoffe zu zeigen.

Was dabei zunächst die Leimbereitung anbetrifft, so mag vorausgeschickt werden, daß dieselbe am zweckmäßigsten in kupfernen oder eisernen Gefäßen vorgenommen wird, welche durch Dampf erhitzt werden können, weil das Kochen auf offenem Feuer zwar bei großer Vorsicht gelingt, aber leicht ein Anbrennen hervorruft, und Holzgefäße wegen des Anhängens des Leimes nicht rathsam sind. Die Gefäße sollen entweder zum Erwärmen des Inhaltes ein geschlossenes Schlangenrohr besitzen oder doppelwandig sein, damit der Dampf nicht (wie es mitunter vorkommt) in die Flüssigkeit geleitet und hier kondensirt wird, wodurch eine unkontrollirbare Verdünnung des Leimes entsteht. — Da in der Regel mit Soda gekocht wird, aus welcher die Kohlensäure entweicht, so muß, um ein Ueberschäumen zu verhindern, der Kochkessel dem entsprechend hoch sein. Ferner ist es sehr empfehlenswerth, denselben an Drehzapfen aufzuhängen um ihn in einfachster Weise durch Kippen entleeren zu können.

Nach der älteren Methode von Illig werden 15 kg Soda und 6 kg Potasche in 236 kg Wasser gelöst und unter Umrühren allmählich mit 1,5 kg frisch gebranntem und gelöschtem Aetzkalke so lange kochend erhalten, bis die Lösung ätzend geworden ist. Hierauf läßt man absetzen, bis die Lösung sich geklärt hat. Letztere wird sodann abgegossen, erhitzt und nach und nach unter stetigem Umrühren und Erhaltung der Kochtemperatur mit 100 kg zu grobem Pulver gestoßenem Kolophonium vermischt und so lange gekocht, bis eine vollständige Verseifung eingetreten ist. Man erkennt diesen Zustand an der dicken, fadenziehenden Beschaffenheit der Masse, welche auf der Oberfläche keine gelben Schaumbläschen und an einer kleinen Probe die Löslichkeit in schwach warmem Wasser zeigt. In noch heißem Zustande wird diese Seife sodann durch ein

Drahtsieb geseiht und entweder in dieser Konzentration oder so weit verdünnt aufbewahrt, daß die ganze Masse ein Gewicht von 600 kg besitzt. — Zur Zersetzung dieses Leimes gebraucht man auf 5 kg Harz 1,5 kg schwefelsaure Thonerde oder 2,5 kg Kalialaun. — Von solchem Leime nimmt man auf 100 kg trocken gedachten Papierhalbstoff 15 kg zur Halbleimung und 30 kg zur Ganzleimung.

Nach einer Vorschrift von Dr. L. Müller werden zunächst 25 kg reiner Aetzkalk mit 50 kg Wasser zu einer dicken Kalkmilch gelöscht, dieser Milch 20 kg kalzinirte oder 100 kg krystallisirte Soda von 36 Proz., in Wasser gelöst, zugesetzt und dann das Ganze unter Umrühren bis zum Kochen erhitzt. Nach dem Absetzen des Niederschlages von kohlensaurem Kalke gießt man die klare Flüssigkeit durch ein feines Sieb in den Kochkessel, verdünnt sie auf 250 Liter, erhitzt bis zum Kochen und setzt nach und nach unter Umrühren 400 kg fein gepulvertes Kolophonium hinzu. Nach vier- bis sechsstündigem Kochen ist die Auflösung des Harzes erfolgt. Die Lösung wird dann in einen Behälter gegossen, in dem sie fünf bis sechs Tage ruhig steht. In dieser Zeit scheidet sich die blaßgelbe Seife von der durch den Farbstoff des Harzes braun gefärbten Lauge ab, wird, nachdem letztere abgelassen ist, ein paar Mal mit kaltem Wasser durchgewaschen und ist so zum Gebrauche fertig. Zum Zwecke der Verwendung löst man diese Seife während einstündigem Kochen in der zehnfachen Menge Wasser und gießt durch ein feines Metallsieb (Nr. 80). Nach dem Erkalten ist der Leim vollständig weiß. Man nimmt davon zu einer guten Leimung 36 Liter, auf 100 kg Papier entsprechend 2,4 kg Harz und zersetzt je nach der Reinheit des Wassers von Kalkkarbonat mit 2,4 bis 3,6 kg Alaun.

Eine andere bewährte Vorschrift ist folgende: 150 kg Harz werden mit 180 Quart Wasser acht Stunden im Kochen erhalten, bis das Harz vollständig geschmolzen ist. Darauf mäßigt man das Feuer und setzt eine Lösung von 22½ kg krystallisirter Soda hinzu; sodann wird die Hitze wieder verstärkt und so lange unterhalten, als noch Harz gelöst wird, worauf man, je nach der Beschaffenheit des Harzes, noch 10 bis 22 kg krystallisirte Soda, in Wasser gelöst, zusetzt und die Flüssigkeit so lange im Kochen erhält, bis alles Harz vollständig verseift ist, was man an der Gleichartigkeit der Masse erkennt. Man erhält etwa 275 bis 300 kg Harzseife. — Zum Gebrauche werden hiervon 90 kg in heißem Wasser aufgelöst, durch ein feines Sieb in einen Bottich abgelassen, dann mit 60 kg Stärkemehl, das in lauwarmem Wasser vertheilt ist, vermischt und durch Wasser so weit verdünnt, bis genau 600 Quart vorhanden sind. — 20 Quart von dieser Mischung bedürfen zur Zersetzung 2,5 kg Alaun.

Wurster giebt folgende Vorschrift: 65 Liter Wasser werden in einem Kessel mit Dampfheizung erwärmt, darin 30 bis 34 kg krystallisirte Soda aufgelöst, in die kochende Flüssigkeit langsam 100 kg gepulvertes Harz eingetragen und das Ganze, um das Harz gehörig zu lösen und die Flüssigkeit zu konzentriren, noch weiter, etwa fünf bis acht Stunden gekocht. Die Seife ist fertig, wenn dieselbe an einem Spatel hängend, durchsichtige Flächen ohne Gasbläschen zeigt, und die abfallenden Massen kurz abreißen ohne Faden zu ziehen. — Dem Leime wird gewöhnlich nun Stärke (1 kg auf 5 bis 8 kg Harz) zugesetzt und zwar in

der Weise, daß man in stark erwärmtes (nicht kochendes) Wasser die in lauwarmem Wasser angemachte Stärke einrührt und so weit erhitzt, bis eben Kleisterbildung erfolgt ist. Nachdem durch einen entsprechenden Zusatz von kaltem Wasser eine Abkühlung und Verdünnung vorgenommen ist, wird die Harzseife eingetragen, tüchtig umgerührt, wieder handwarm erhitzt und nun verbraucht. Von dieser Flüssigkeit muß 1 Liter 20 bis 25 g Harz enthalten. — Je nach Beschaffenheit des Wassers nimmt man auf 1 kg Harz 1 bis 1,5 kg Alaun. Nach dieser Vorschrift soll man eine gute Leimung mit Sicherheit erzielen, wenn man so viel von dem Leime anwendet, daß auf 100 kg Papier 1,5 bis 2,5 kg Harz, 1 bis 3 kg Stärke und 1,5 bis 3 kg Alaun kommen.

Das Leimen selbst erfolgt im Ganzholländer, nachdem der Stoff fertig gemahlen ist und kann in dreierlei Weise stattfinden, je nachdem man:

1. die Umsetzung der Harzseife mit dem Thonerdesalze außerhalb des Holländers als besondere Operation vornimmt, oder
2. den Stoff im Holländer zuerst mit der Harzseife vermischt und dann den Alaun zusetzt, oder umgekehrt
3. erst die Alaunlösung in den Holländer bringt und darauf die Seife.

Nach den oben gegebenen Erörterungen ist wohl die erste Methode auszuschließen, da sie der Wirkung widerspricht, die hervorgebracht werden soll. Ueber die Zweckmäßigkeit der zweiten und dritten Methode gehen auch die Meinungen aus einander. Theilt man die Ansicht, daß die Leimung unterstützt wird durch ein Beizen der Fasern, so muß man der dritten Methode den Vorzug einräumen, die auch mindestens ebenso häufig angewendet wird als die zweite. Wahrscheinlich ist das zweckmäßigste, so zu verfahren, daß man abwechselnd Harzseife und Alaunlösung einträgt, oder erst die eine Hälfte der letzteren, dann in kleinen Portionen die Seife und darauf die zweite Hälfte Alaun.

Die Mißerfolge, welche oft bei der Harzleimung vorkommen, aber durch sorgfältige Beobachtung der Vorkommnisse, Prüfung beziehungsweise Reinigung des Wassers und der Leimingredienzien leicht zu vermeiden sind, haben zu einer Reihe von Vorschlägen, sowohl neuer Mittel als Methoden Veranlassung gegeben, welche jedoch sämmtlich wenig Anklang gefunden haben. — So ist angerathen, statt der Thonerdesulfate Zinkvitriol, Chlorzink, Magnesiumsulfat, selbst Wasserglas, also Ersatzmittel zu nehmen, welche entweder den Zweck ganz verfehlen, oder wenigstens keine ersichtlichen Vortheile bieten. — Wir unterlassen daher hier auch ein weiteres Eingehen darauf.

Drittes Kapitel.

Färben des Stoffes.

Wenn man Papier in der ganzen Masse mit farbigen Substanzen durchtränkt, so entsteht diejenige Gattung, welche man gefärbtes Papier (papier coloré, *coloured paper*) nennt, im Gegensatze zu Buntpapier (papier de couleur, *stained paper*), welches nur auf der Oberfläche mit Farben überzogen ist.

Dem Charakter des gefärbten Papieres entsprechend, kann die Herstellung desselben, das Färben (coloration, *colouring*) auf zweierlei Weise erfolgen:

1. durch eine nachträgliche Behandlung des fertigen Papieres mit Farblösungen (Färben im Blatte; coloration des feuilles, *sheet colouring*);

2. durch Beimischung färbender Substanzen zu dem Stoffe vor der Blattbildung (Färben im Stoffe; coloration en pâte, *stuff-colouring*).

Von diesen zwei Methoden ist die erste wegen der damit verbundenen Umständlichkeit (Eintauchen in die Farben, Trocknen und Glätten der Bögen) und weil sie, um eine gleichmäßige Färbung zu erzielen, zu ihrer Ausführung ausschließlich auf in Wasser lösliche Pigmente angewiesen ist, nur ausnahmsweise in Gebrauch und zwar in solchen Fällen, wo es sich um die Anfertigung kleiner Mengen für bestimmte Zwecke handelt, z. B. für Reaktionen (Lackmus- und Kurkumapapier), und in dem Falle, wo Papiere mit Anilinharzlösungen gefärbt werden, indem man sie mit einer Lösung von Anilinfarbe und Kolophonium oder Schellack in Spiritus durchtränkt, um eine eigenthümliche transparente Wirkung zu erzielen, welche oft bei Blumenpapier gewünscht und durch dieses Mittel erreicht wird. — Die Regel bildet jetzt die zweite Methode „das Färben im Stoffe“.

In früheren Zeiten wurde in den meisten Fällen ein eigentliches Färben des Papieres gar nicht vorgenommen, sondern man beschränkte sich darauf, farbige Hadern, namentlich blaue (indigogefärbte) und rothe (krapp- oder orseillegefärbte) sorgfältig aus den Hadern auszuscheiden, abgesondert zu verarbeiten (ohne Kochen und Bleichen) und in Ganzstoff verwandelt, dem Bütteninhalte in passenden Verhältnissen zuzusetzen. Die auf solche Weise farbig gemachten Papiere nannte man naturfarbige oder Naturpapiere. Schritthaltend mit der allgemeinen Entwickelung der Papierfabrikation und den gesteigerten Anforderungen an das Aussehen des Papieres, insbesondere des sogenannten Luxuspapieres, so wie mit den Fortschritten der Farben- und Färbereitechnik förderte man auch allmählich die Kunst in der Erzeugung der gefärbten Papiere, die in Anlehnung an das ursprüngliche Verfahren auch vielfach den Namen Naturpapiere führen und jetzt in einer außerordentlichen Mannigfaltigkeit für die Blumenfabrikation, als Anschlag-(Affichen-) Papier, in der Verarbeitung des Papieres zu Papierlaternen und ähnlichen Gegenständen, sodann für Luxus-, Schreib- und Druck-

papier einen äußerst ausgedehnten Anwendungskreis gefunden haben. In Folge dessen entfaltete sich als besonderer Theil der Papierfabrikation die Papierfärberei, welche in den Gang der ersteren eingeschoben, zu den Vorbereitungsarbeiten gehört und wesentlich die Aufgabe hat, dem Papierzeuge vor dessen Ueberführung in Papier gehörig zubereitete Farbstoffe zuzusetzen, damit diese sich vor der Verfilzung mit den Fasern dauernd verbinden. — Es befaßt sich daher die Papierfärberei nicht nur mit der Auswahl und Zubereitung der Farbstoffe oder Pigmente (matière colorante, *coloring matter*), sondern auch eingehend mit den Bedingungen, welche zur Befestigung der Pigmente mit den Fasern erfüllt werden müssen, sowie mit den Mitteln, die hierzu im Gebrauche stehen.

A. Färbearten.

Da die Papierfärberei in ihrer heutigen Ausdehnung, sowohl in Bezug auf die Menge, als die Mannigfaltigkeit ihrer Erzeugnisse neueren Ursprungs ist, so lehnt sie sich in ihren Grundbedingungen naturgemäß an die viel ältere Zeugfärberei um so mehr an, als die hier beobachteten Erscheinungen mit ihren Erklärungen vielfach unmittelbar in der Papierfärberei zur Geltung kommen.

In der Zeugfärberei unterscheidet man nun zunächst je nach der Methode der Fixirung sieben verschiedene Gattungen von Farben, deren Kenntniß für die Papierfärberei aus eben erwähntem Grunde wichtig ist, wenn sie auch nur zum Theil für die in Frage stehende Verwendung geeignet sind.

1. Reaktionsfarben. Hierbei werden die Fasern mit einem chemischen Mittel behandelt, das durch Aenderung der Fasern die Bildung und Fixirung einer Farbe hervorruft, die daher von der Natur der Faser abhängt. So entsteht z. B. auf Wolle und Seide durch Behandlung mit Salpetersäure das sogenannte Mandaringelb. — Weil diese Farben nur auf animalischen Stoffen zu erzeugen sind, so haben sie für die Papierfärberei keine Bedeutung.

2. Präzipitationsfarben. Diese Farben werden dadurch hervorgebracht, daß man das Zeug mit einer Flüssigkeit tränkt und dann mit einer zweiten Flüssigkeit behandelt, welche mit der ersteren in Folge einer chemischen Einwirkung den Farbstoff hervorbringt, der sich hierbei gleichmäßig im Zeuge vertheilt und befestigt. So giebt z. B. eine Tränkung mit Bleizuckerlösung und eine darauf folgende Behandlung mit chromsaurem Kali eine gelbe Färbung durch Bildung von chromsaurem Bleioxyd. Diese Methode ist ihrer Natur nach zwar besonders geeignet zur Bogenfärbung, aber auch zum Färben im Stoffe anwendbar, wenn dieser für die Befestigung der Farben in passender Weise vorbereitet ist.

3. und 4. Dampf- und Klotzfarben. Da diese zwei Färbemethoden das Eigenthümliche darbieten, daß die Farbenbefestigung mittelst mechanisch wirkender Mittel (Eiweiß, Kaseïn u. dergl.) erreicht wird, die durch Wärme

(Dampf) oder durch besondere Bäder fixiren und deshalb hauptsächlich zum Bedrucken der Zeuge dienen, um einzelne Partien der letzteren mit Farben zu versehen, so erscheint ihre Anwendung in der Papierfärberei wohl ausgeschlossen.

5. Adjektive oder mittelbare Farben. Hierunter versteht man jene Farben, welche nach Art der Präzipitationsfarben entstehen, aber ihre Befestigung auf dem Zeuge dadurch erhalten, daß die Fasern in chemische Mitleidenschaft gezogen, d. h. durch vorhergehendes Beizen so vorbereitet werden, daß sie die Farbe begierig aufnehmen und durch eine Art Adhäsion festhalten. Die Anwendung dieser Farben erfordert also eine Vorbereitung der Fasern durch Beizmittel (Beizen, mordant, *mordant*) und zwar bei Geweben in der Weise, daß man diese mit den Beizen tränkt, dann den Ueberfluß der letzteren durch Waschen entfernt, darauf die Gewebe trocknet und nun ausfärbt. Da nun beim Färben des Papierstoffes das Beizen der Fasern nicht, dahingegen das Trocknen gänzlich und das Entfernen der Beizstoffe auch aus ökonomischen Rücksichten ausgeschlossen ist, da vielmehr alle Färbeoperationen hier im nassen Zustande der Farben sowohl, als des Stoffes in kurzer Zeit und unmittelbarer Aufeinanderfolge vor sich gehen müssen, so kann diese Färbemethode auch nur in beschränkter Weise zur Anwendung gelangen.

6. Küpefarben. Wenn man unter Küpe die Auflösung eines färbenden Mediums versteht, welches erst durch oxydirende Einflüsse, z. B. Berührung mit atmosphärischer Luft, die Farbe hervorbringt, so muß man auch wohl für vorliegenden Fall die Methode der Küpenfärbung ausschließen, weil es sehr schwer sein würde, den genannten Einfluß zu gewinnen.

7. Substantive oder unmittelbare Farben. Solche Farben, welche sich aus ihren Lösungen (Flotten) ohne weitere Vorbereitungen auf die Fasern niederschlagen und ohne weitere Behandlungen fixiren, heißen substantive. Da es nur wenige Farben giebt, welche auf solche einfache und leichte Weise sich verwenden lassen und namentlich in ihrer Zahl noch dadurch vermindert werden, als es in erster Linie die animalischen Fasern sind, welche diese Gattung von Farben an sich ziehen, so kann man von der offenbar einfachsten und bequemsten Methode, welche sich auf das Färben mit substantiven Farben gründet, in der Gewebefärberei nur wenig Gebrauch machen, weil ja hier auch besonders auf den Umstand Rücksicht zu nehmen ist, daß die gefärbten Zeuge den im Gebrauche vielfach vorkommenden Waschoperationen ohne Schädigung der Farbe unterworfen werden müssen. Dehnt man den Begriff der substantiven Farben jedoch weiter aus, indem man darunter alle fertigen Farben in Lösungen oder in fein vertheiltem Zustande begreift, so gewinnt man eine große Farbenskala, in welcher eine Menge Farben vorkommen, die zum Färben von Papier sich eignen, weil hier die Bedingungen im Allgemeinen günstiger liegen, indem das Papier u. A. nicht wie ein Gewebe nachträglichen Waschoperationen unterworfen wird.

Die in der Papierfärberei üblichen Methoden beschränken sich daher ausschließlich auf diejenigen, welche durch die adjektiven und substantiven Farben charakterisirt sind und fordern demnach entweder gar keine Vorbereitung der Fasern oder eine Vorbereitung derselben durch Beizmittel.

B. Beizen.

Wie schon S. 234 erklärt wurde, versteht man unter Beize ein Mittelglied zwischen Farbe und Faser, welches die Eigenschaft besitzt, die Faser für Farbe zugängig, oder wenigstens begieriger zugängig zu machen und den Farbstoff mit ihr oder auf ihr unlöslich zu befestigen; im ausgedehnteren Sinne rechnet man aber auch zu den Beizmitteln solche Substanzen, welche nur mit den Farbstoffen unlösliche Verbindungen eingehen, die, zwischen den Poren der gefärbten Stoffe als Farblacke gebildet, ebenfalls mechanisch festgehalten werden. In allen Fällen giebt sich aber die Wirkung der Beize in der Unlöslichkeit der Farben kund und kann als das Resultat einer Vereinigung des Beizmittels mit dem Farbstoffe oder Pigmente angesehen werden. — Diese Wirkung beruht auf dem eigenthümlichen Verhalten der meisten Farbstoffe zu einer Reihe von Salzbasen, mit welchen sie sich, obwohl sie nicht eigentlich als Säuren gelten können, so verbinden, daß die durch diese Verbindungen entstandenen Aenderungen als chemische angesehen werden müssen, da sie außer einer Verwandlung der Farbe, besonders ein anderes Verhalten derselben zu Lösungsmitteln, namentlich Wasser, hervorrufen, indem ihre Haltbarkeit erhöht und ihre Auflöslichkeit vermindert wird. — Neben der Eigenschaft des Beizmittels, diese Verbindungen und Aenderungen hervorzurufen, muß dasselbe auch die erforderliche Verwandtschaft zu der Faser besitzen und unter allen Umständen so beschaffen sein und gewählt werden, daß die Fasern bei dieser Behandlung nachtheilige Einflüsse nicht erfahren.

1. Animalisiren und Galliren.

Wenn man sich nun zunächst daran erinnert, daß zur Papierbildung ausschließlich Pflanzenfasern benutzt werden, welche für die Aufnahme von Pigmenten viel weniger befähigt sind als die thierischen Fasern, welche eine Menge Farben begierig an sich ziehen, so liegt es nahe zu versuchen, die Pflanzenfasern durch Beizen so vorzubereiten, daß sie den thierischen Fasern verwandt und in Folge dessen in den Stand gesetzt werden, größere Mengen substantiver Farben aufzunehmen.

Mit diesen Beizen bezweckt man sonach eine Art Animalisirung der Fasern, weshalb sie den Namen Animalisirungsbeizen erhalten haben, obwohl diese Bezeichnung für den vorliegenden Prozeß nicht zutrifft, sondern allein in der Gewebefärberei begründet ist. Indem hier nämlich die Animalisirung in der Weise stattfindet, daß man die Gewebe mit einer Lösung von gerbstoffhaltigen Substanzen, insbesondere mit Abkochungen von Galläpfeln, Eichenlohe u. dergl. präparirt und darauf mit einer dünnen Brühe von thierischem Leime behandelt, also das Gewebe mit einer lederartigen, unlöslichen Masse durchsetzt, oder

dasselbe mit Kaseïnammoniak tränkt und das Kaseïn durch Säure unlöslich macht, also in allen Fällen mit thierischen Stoffen zum Färben vorbereitet, begnügt man sich in der Papierfärberei mit dem ersten Theile der Animalisirungsarbeit, d. h. mit dem Zusatze einer Gerbstofflösung und sollte daher diese Vorbereitung, wie in der Gewebefärberei, das Galliren genannt werden. Da jedoch die Gerbstoffe viele Farben wesentlich ändern und nüanziren, andererseits mit manchen Metallsalzen selbst Farben bilden, so ist ihre Anwendung als Gallirmittel sehr selten.

2. Merzeriren.

Die vegetabilische Faser hat das Eigenthümliche (S. 56), durch Behandlung mit Laugen aufzuquillen und in Folge dessen für Farben empfänglicher zu werden; deshalb werden Leinen- und Baumwollgewebe vielfach durch starke Laugen für die Aufnahme von Farben vorbereitet. Für die Papierfärberei ist aus naheliegenden Gründen von diesem sogenannten Merzeriren ebenso wenig Gebrauch zu machen, als von den in der Gewebefärberei üblichen Bädern aus Oel, Koth u. s. w.

3. Beizen.

Das in der Papierfabrikation in ausgedehnterem Maße brauchbare und angewendete Beizen beschränkt sich daher auf jene Mittel, welche in der Gewebefärberei den Namen Präparirsalze erhalten haben und der Hauptsache nach Metallsalze bilden, welche vorzugsweise durch die darin enthaltenen Basen oder Metalloxyde zur Wirkung kommen. Obwohl es nun eine große Menge dieser Salze giebt, so eignen sich für die Färberei doch nur wenige, weil der größten Zahl derselben die entsprechenden Eigenschaften nicht innewohnen. In allgemeiner Anwendung stehen allein die Salze des Aluminiums, des Zinns, des Eisens, des Chroms und des Kupfers; — da seltsamerweise auch einige Pflanzensäuren für gewisse Farben ähnliche Wirkungen hervorbringen, so rechnet man auch die Weinsteinsäure und Zitronensäure zu den Beizen in der Papierfärberei.

a. Thonerdebeize.

Die hervorragendste Bedeutung als Beizmittel besitzen die Salze des Aluminiums oder die Thonerdesalze. Sie verdanken ihre ausgedehnte Verwendung einigen ausgezeichneten Eigenschaften, unter welchen hier in erster Linie die große Verwandtschaft der Thonerdesalzbase zu den Fasern in Betracht kommt; außerdem besitzt kein Metallsalz zugleich eine so ausgeprägte Affinität zu einer so großen Anzahl von Farben, also auch keinen so umfangreichen Verwendungskreis. Von der ausgeprägten Affinität kann man sich z. B. leicht überzeugen,

wenn man ein Fasergebilde (Gewebe) in eine Lösung von Alaun taucht und die Wirkung beobachtet, die darin besteht, daß die Lösung zersetzt wird, indem sich ein Theil des basischen Salzes so fest mit den Fasern verbindet, daß es, obwohl an und für sich in Wasser löslich, durch Waschen nicht mehr fortgeschafft werden kann, worauf bekanntlich das Verfahren beruht, Stoffe mittelst Alaun wasserdicht zu machen. Hierzu kommt noch, daß die Thonerdebeize ohne Einfluß auf die Harzleimung bleibt und auch von anderen Metallsalzen leicht frei, also rein dargestellt werden kann, wodurch zugleich Nebeneinflüsse durch fremde Beimengungen ferngehalten werden.

Man verwendet die Thonerdesalze wohl ausschließlich in ihrer Zusammensetzung mit Schwefelsäure oder, wenn auch selten, mit Essigsäure, und zwar entweder als schwefelsaures Aluminiumoxyd, Aluminiumsulfat [$(SO_4)_3 Al_2 + 18 H_2O$] oder in der bekannten Form ihrer Doppelsalze (Alaune) und zwar hier gewöhnlich in der Verbindung mit Kaliumsulfat als Kalialaun [$Al_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + 24 H_2O$] auch kurzweg Alaun genannt (S. 241).

Da bei der Alaunbeize das wirksamste Ingredienz die Thonerdeverbindung ist, während die Kaliverbindung 2c. dabei unthätig bleibt, so scheint es auf den ersten Blick, als wenn die Anwendung des an Thonerde reichsten Salzes, des Aluminiumsulfates, das zweckmäßigste wäre. Dennoch verdienen im Allgemeinen die Doppelsalze den Vorzug und zwar aus Gründen, welche mit der Zersetzung der Thonerdesalze zusammenhängen. Die Zersetzung erfolgt nämlich zum Theil durch Ausscheidung von Aluminiumoxydhydrat, zum Theil durch Reduktion der neutralen schwefelsauren Salze zu basischen. In beiden Fällen wird aber Schwefelsäure frei, die nicht im Papiere bleiben kann und daher fortgeschafft werden muß. Da sie nun bei der Anwendung des Aluminiumsulfates keine Base vorfindet, mit welcher sie sich verbinden kann, bei Anwesenheit von schwefelsaurem Kali sich aber mit diesem zu doppelt schwefelsaurem Kali verbindet, so wird sie sofort aufgenommen, wenn man ein Doppelsalz, also Alaun anwendet, in dem einfach schwefelsaures Kali anwesend ist. — Wenn man deshalb in der Thonerdebeize diesem Doppelsalze den Vorzug einräumt, so schließt dies den Gebrauch der schwefelsauren Thonerde allerdings nicht aus, da ja die frei gewordene Schwefelsäure auch nachträglich neutralisirt werden kann. Allein dabei ist zu berücksichtigen, daß manche Farben durch Einwirkung der Schwefelsäure sich verändern, ohne nach Neutralisirung der letzteren die ursprüngliche Beschaffenheit wieder zu erhalten. — Auch die essigsaure Thonerde wird mitunter angewendet.

b. Zinnbeize.

Den Thonerdesalzen am nächsten als Beizmittel stehen die Zinnsalze und unter diesen das einfache Chlorzinn (Zinnchlorür) wieder in erster Linie. Dasselbe gewinnt man am einfachsten dadurch, daß man Zinndrehspäne oder Zinngranalien in Salzsäure löst, wobei das Zinn stets im Ueberschusse vorhanden sein muß, und dabei ein Platinblech mit dem Zinne in Berührung bringt.

Die Lösung wird bei Gegenwart ungelösten Zinns auf 75 bis 78° B. verdampft und in flachen Schalen zum Krystallisiren gebracht. Die von der Mutterlauge befreiten Krystalle trocknet man darauf in warmer Luft und zur Verhütung des Gelbwerdens an einem dunklen Orte und bewahrt sie in wohlverschlossenen Steinkrügen auf. Zum Gebrauche löst man sie in Wasser auf, in dem Zinnchlorür sehr leicht löslich ist. — Die Anwendung dieses Salzes als Beizmittel beruht gleichfalls auf der Fähigkeit der Zinnverbindungen, an Fasern zu adhäriren und mit Farbstoffen unlösliche Körper zu bilden, welche sich mit auf die Fasern setzen. Diese Wirkung ist auch von einer Zersetzung des Zinnsalzes durch den atmosphärischen Sauerstoff begleitet, indem sich ein Basengemenge von Zinnoxydul und Zinnoxyd ausscheidet, das von weißer Farbe die natürliche Farbe der Faser nicht ändert. Im Allgemeinen sind die mit den Pigmenten gebildeten Lacke der Zinnsalze lebhafter als die Thonerdelacke; dennoch findet das Zinnsalz trotz dieses Umstandes wohl nur deshalb in einzelnen wenigen Fällen Verwendung, weil es den Thonerdesalzen gegenüber zu hoch im Preise steht.

Bei der Zinnbeize ist oft ein Zusatz einer Säure oder eines sauren Salzes besonders geeignet, die Entstehung bestimmter Farbenverbindungen zu begünstigen und die Farbentöne lebhafter zu machen. Deshalb bereitet man die Zinnbeizen bei einer Reihe von Farben mit einem Zusatze von Schwefelsäure, Salzsäure, Oxalsäure, Weinsteinsäure, sowie besonders mit Alaun. Namentlich erhält man mit Alaun eine sehr gleichmäßige, satte und lebhafte Färbung, wenn der Stoff vor der Zinnbeize mit diesem Salze vorgebeizt wird. Streng genommen muß man in solchen Fällen den Zinnsalzen wohl mehr die Rolle eines Schönungsmittels zuweisen.

c. Eisenbeize.

Noch weniger als die Zinnsalze kommen die Eisensalze als Beizmittel in Betracht, weil die durch Faserattraktion gebildeten basischen Salze oder Eisenbasen nur für dunkele Farben Anwendung finden können, da sämmtliche mit Eisenoxyd gebildete Farblacke, allerdings innerhalb einer ziemlich weit begrenzten Skala, von dunklerer Tönung sind. — Man verwendet gewöhnlich das schwefelsaure Eisenoxydul, in vielen Fällen jedoch salpetersaures und essigsaures, insbesondere holzessigsaures Eisenoxyd. Das Eisensulfat, welches käuflich erworben wird und gewöhnlich Kupfer enthält, unterliegt in vielen Fällen einer Reinigung, welche darin besteht, daß man die wässerige Lösung eine halbe Stunde mit frischen rostfreien Schmiedeeisenspänen kocht, wobei sich das Kupfer metallisch auf das Eisen niederschlägt. — Das Eisennitrat und das Eisenacetat wird zweckmäßig zu Färbezwecken in der Papierfabrik selbst hergestellt und zwar ersteres, indem man altes Schmiedeeisen oder Rotheisenstein mit einem Gemische von 2 Thln. Salpetersäure und 1 Thl. Wasser in einem großen Steingefäße übergießt und so lange stehen läßt, bis bei Ueberschuß von Eisen die Salpetersäure gesättigt ist. Da das Eisennitrat oder die sogenannte Eisenbeize hauptsächlich deshalb verwendet wird, weil dasselbe ein Oxydsalz ist, so kann man die Eisenbeize auch sehr bequem dar-

stellen, wenn man Eisenvitriol in seiner Lösung mit Salpetersäure behandelt. Man verfährt dabei in der Weise, daß man 15 Thle. Eisenvitriol in eine Flüssigkeit aus 6 Thln. Wasser, 3 Thln. Salpetersäure von 35° B., und 2 Thln. Schwefelsäure von 66° B. einträgt, und zwar in kleinen Portionen, weil sonst das Gemisch in Folge der Entwickelung von salpetriger Säure leicht übersteigt, weshalb auch große Steinzeuggefäße oder inwendig mit Paraffin getränkte Holztonnen (Petroleumfässer) zur Mischung genommen werden. Nachdem die Lösung eingetreten ist, wird zur Vertreibung der salpetrigen Säure die Flüssigkeit einige Zeit mit Dampf gekocht, indem man ein mit dem Dampfkessel in Verbindung zu bringendes Spiraldampfrohr in das Gefäß senkt. Nach der Klärung setzt man sodann eine Portion blanker Schmiedeeisendrehspäne hinzu, um wieder etwas Oxydul zu bilden, weil sonst im Papiere leicht Flecke entstehen, die von neutralem Eisenoxydsulfate herrühren, das als weißes Pulver ausgeschieden wird, aber bei Gegenwart eines Oxydulsalzes in Lösung bleibt. — Die Eisenbeize hält man in geschlossenen Gefäßen vorräthig und benutzt sie in einer Stärke von 10° B.

Das holzessigsaure Eisenoxyd gewinnt man leicht und einfach dadurch, daß man verrostete Schmiedeeisenspäne, oder Blech (altes Kesselblech) in einer Holztonne mit Holzessig übergießt, lange Zeit unter öfterem Ab- und Zugießen der Lösung an der Luft stehen läßt, bis sie eine dunkelrothbraune Farbe angenommen hat als Zeichen, daß das erst gebildete Oxydulsalz in ein Oxydsalz verwandelt ist, und dafür Sorge trägt, daß das Eisen stets im Ueberschusse vorhanden ist. Die klar abgegossene Lösung wird ebenfalls zum Gebrauche auf 10° B. gebracht, entweder durch Abdampfen oder Verdünnung je nach der Konzentration der Essigsäure. — In den meisten Fällen, wo Eisenoxydsalze vorgezogen werden, leistet das holzessigsaure Eisen bessere Dienste, als das mit Salpetersäure bereitete Salz, weshalb man das erstere um so mehr vorziehen sollte, als die Bereitung des letzteren wegen der heftigen Entwickelung von salpetrigen Dämpfen höchst belästigend ist.

d. Kupferbeize.

Noch beschränkter als Beizmittel sind die Kupfersalze und zwar besonders auch deshalb, weil auf den Fasern Kupferoxyd für sich oder mit anderen Materialien, namentlich Farbhölzern, gemeinschaftlich als Lack stets nur dunkele Töne erzeugt und für alle helleren Farben ausgeschlossen ist. Man benutzt ausschließlich den im Handel vorkommende Kupfervitriol (schwefelsaures Kupferoxyd), der allerdings selten rein von Eisen, aber darum ebenso brauchbar ist. Er löst sich leicht in Wasser.

e. Chrombeize.

Endlich sind als Beizmittel noch die Chromsäureverbindungen, namentlich die Kaliumchromate anzuführen, obwohl sie überwiegend als Chromogene dienen. Insbesondere geht das rothe oder doppeltchromsaure Kali mit Pigmenten Verbindungen ein, die zu den Lacken zu rechnen sind, indem sich aus dem Salze Chromoxyd abscheidet und mit den Pigmenten sich auf die Fasern lagert, wenn zunächst die Chromsäure frei gemacht wird, die dann eine Zersetzung durch die Fasern erleidet. Zum Abscheiden der Chromsäure genügt in der Regel schon die Anwesenheit schwefelsaurer Salze, die Schwefelsäure an das Kali abgeben und damit zweifach schwefelsaures Kali bilden, während Chromsäure frei wird und in Chromoxyd und Sauerstoff zerfällt. Als Beizmittel wird es daher gewöhnlich mit Eisenvitriol zusammen gebraucht, dessen Neigung Sauerstoff aufzunehmen zugleich die Reduktion der Chromsäure zu Chromoxyd sehr erleichtert.

C. Farbstoffe und deren Zubereitung.

Die sämmtlichen für die Papierfärberei gebrauchten Farbstoffe sind in Bd. V. des Bolley-Birnbaum'schen Handbuches der chemischen Technologie sowohl in Bezug auf ihre Herstellung als Eigenschaften ausführlich abgehandelt. Demnach kann hier nur beabsichtigt sein, die auf das Färben bezüglichen Punkte soweit zu berühren, als für den in Rede stehenden Zweck besondere Verfahrungsarten für die Erzeugung der Farben, oder bei ihrer Auswahl eingehende Berücksichtigung ihrer Eigenschaften betreffs des Verhaltens zu dem Papierstoffe, sowie des Gebrauchszweckes des Papieres u. s. w. in Betracht kommen. — So sei darauf hingewiesen, daß manche Farben zweckmäßig erst im Holländer gebildet werden, daß die Harzleimung durch die Färbung nicht schädlich beeinflußt werden darf, daß gewisse Papiere ihre volle Durchsichtigkeit beibehalten müssen, daß in einzelnen Fällen von der Farbe Beständigkeit verlangt wird, während in anderen Fällen auf Lichtbeständigkeit weniger Gewicht zu legen ist u. s. w.

Die Zumischung der Farbstoffe zum Papierzeuge geschieht gewöhnlich im Holländer und wohl nur vereinzelt in einem besonderen Behälter, weil sie durchschnittlich vor dem Leimen zu erfolgen hat, also stets zu der in einer großen Wassermenge vertheilten Fasermasse. Aus diesem Grunde ist in erster Linie das Verhalten der Farbstoffe zum Wasser von Wichtigkeit und deswegen hiernach eine Eintheilung derselben in wasserunlösliche und wasserlösliche höchst zweckmäßig, weil zugleich hierdurch zwei Methoden für die Vorbereitung und Zumischung begründet werden, da es sich in einem Falle um die Herstellung feinster Pulver, im anderen Falle nur um ein Auflösen in Wasser handelt.

Zu den in Wasser unlöslichen Farbstoffen gehören sämmtliche Mineralfarben, gleichviel, ob dieselben von der Natur fertig geliefert, oder auf künst-

lichem Wege hervorgebracht werden. Die Mineralfarben sind demnach nur in Pulverform anwendbar, und daher vor der Zumischung zum Stoffe in diese Form zu bringen. Unter ihnen bedürfen zu dem Zwecke sämmtliche von der Natur gelieferten Farbstoffe (sogenannte Erdfarben) einer mechanischen Zerkleinerung und nach dieser zur Gewinnung der feinsten Theilchen einer weitgehenden Abtrennung.

In der Regel werden diese Arbeiten nicht in den Papierfabriken, sondern an den Fund- und Gestehungsorten der in Betracht kommenden Mineralien und Hüttenerzeugnisse ausgeführt, so daß die Erdfarben in genügender Feinheit bezogen werden können. Zur Hervorbringung der passenden Beschaffenheit unterliegen die Mineralien zunächst einer sorgfältigen Sortirung nach der Reinheit der Farbe und nach der Bergart, indem durch sogenannte Klaubarbeit so viel als möglich alles nicht Passende ausgeschieden wird. Die ausgewählten Stücke werden darauf entweder in Walzwerken oder Stampfwerken zerstückelt und auf Mühlen, insbesondere Kollergängen (S. 94), Kugelmühlen, Rolltonnen u. dergl. gemahlen oder, wenn sie dazu geeignet sind, wie die gefärbten Thone, mit Wasser eingesumpft, bis sie eine teigartige Beschaffenheit angenommen haben, und in diesem Zustande mit Rührwerkzeugen zertheilt. Nach diesem mechanischen Zerkleinern erfolgt erst eine grobe Trennung durch Siebe, welche, zur Vermeidung des Verstaubens in besonderen Kammern angebracht, eine hin- und hergehende Bewegung erhalten, vielfach auch als Trommeln mit drehender Bewegung konstruirt sind und ein Pulver von gewisser Feinheit abscheiden, aus dem dann durch Schlämmen das feinste Pulver gewonnen wird. Die einfachste Art des Schlämmens besteht darin, daß man das Farbepulver in einen Bottich schüttet und einen Wasserstrahl von solcher Stärke darauf leitet, daß das Pulver vollständig durch einander gerührt und das feinere in der Schwebe gehalten wird. Mit dem ablaufenden Wasser gelangt das Pulver nun in einen zweiten, dritten und vierten Bottich und zwar nach verschiedenen Feinheitsabstufungen, da das Wasser immer mehr an seiner Bewegung verliert und deshalb zuletzt nur noch im Stande ist, die feinsten Schlammtheilchen schwebend zu erhalten. Die letzteren werden sodann mit dem Wasser in größere Bottiche abgeführt, um sie nun in Ruhe absetzen zu lassen, wobei sie eine um so konsistentere Masse bilden, je länger das Absetzen dauert. Wenn sich das über der Masse stehende Wasser geklärt hat, wird es durch seitwärts angebrachte Oeffnungen oder Heber von dem Bodensatze abgezogen, und nun letzterer gegen Staub geschützt zu Kuchen getrocknet, oder vielfach durch Auspressen in Filterpressen nur so weit vom Wasser befreit, daß er jene beliebte Handelsform annimmt, welche man Teig (en pâte, *paste*) nennt und deswegen in vielen Fällen bevorzugt, weil in diesem Zustande die zum Gebrauche erforderliche Vertheilung in Wasser sich am leichtesten bewerkstelligen läßt, indem dazu nur erforderlich ist, den Teig mit Wasser zu übergießen und durchzurühren.

Die künstlichen Mineralfarben werden entweder auf trockenem oder nassem Wege, d. h. entweder durch Einwirkung der Körper auf einander in der Wärme gewonnen (Ultramarin, Zinnober, Mennige ꝛc.) oder durch Zusammenbringen gewisser Lösungen als Niederschläge erzeugt (Berlinerblau, Chromgelb ꝛc.). In

Folge ihrer Gewinnungsart ist daher ihre Zubereitung zum Papierfärben verschieden, indem die ersteren genau so zu behandeln sind wie die Erzfarben, während die letzteren wegen der feinpulverigen Beschaffenheit aller Niederschläge weder eines Mahlens noch eines Schlämmens bedürfen. Nur bei solchen Niederschlägen, die käsig zusammenballen, ist zum Zwecke der gleichförmigen Vertheilung und der Beseitigung des flockigen Zustandes ein Zerreiben nothwendig, was am einfachsten in Reibschalen oder in Drehtonnen mit Kugeln oder Zylindern aus Bronze, Eisen oder Granit vorgenommen wird.

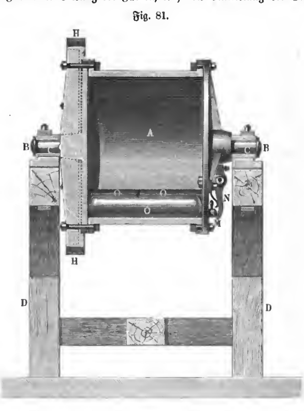
Die Einrichtung einer solchen, auch für viele ähnliche zum Zwecke der Papierfabrikation erforderlichen Zerkleinerungsarbeiten recht empfehlenswerthen Drehtonne geht aus Fig. 81 und 82 (a. S. 256 u. 257) hervor. Dieselbe besteht aus einer gußeisernen Trommel A, welche mit den beiden Endzapfen $C\,C$ in den Lagern $B\,B$ auf dem Gestelle $D\,D$ gelagert ist und vermittelst des Zahnräderpaares F und H langsam, mit etwa 8 bis 10 Umdrehungen in der Minute, gedreht wird. In dieser Trommel liegen mehrere, gewöhnlich drei Walzen $O\,O\,O$ aus Bronze, Stein (Granit) oder Gußeisen, welche sich bei der Drehbewegung der Trommel in dieser wälzen, dadurch das durch die Thür K eingegebene Material aufs Feinste zerdrücken und bei Gegenwart von Wasser in einen dünnen Teig verwandeln, den man durch ein bei L angebrachtes Loch ablassen kann, wenn der durch die Bügel N festgehaltene Metallstöpsel M weggezogen wird. Zur Drehung des Zahnrades F dient die auf derselben Achse E sitzende Riemenscheibe G und zur Befestigung der Zapfen C mit der Trommel A das Speichenkreuz $J\,J\,J$.

Die große Bequemlichkeit, welche die frisch gefällten Farben bezüglich ihrer Vorbereitung für das Färben in Folge ihres fein vertheilten Zustandes darbieten, ist der Grund, daß in den Papierfabriken noch eine Menge solcher Farben hergestellt werden und zwar auch deshalb, weil erfahrungsgemäß die Pigmente im Augenblicke des Entstehens oder doch frisch gefällt, sich leichter von den Beizen absorbiren lassen. In Berücksichtigung dieses Umstandes ist es demnach geboten, hier das Erforderliche über die zu diesem Zwecke nothwendigen Arbeiten und im Anschlusse hieran die Mischungsverhältnisse zusammenzustellen, welche sich zur Darstellung dieser Farbstoffe bewährt haben.

Zur Vermischung der zur Farbenerzeugung zu wählenden Ingredienzien müssen diese zunächst in wässerige Lösungen von gewissen Verdünnungen gebracht werden, welche dann entweder im Holländer oder in besonderen Mischgefäßen zur Reaktion gelangen. — Soll dieser Prozeß im Holländer vor sich gehen, so ist vor Allem in Betracht zu ziehen, daß nach Entstehung der Farben zugleich eine Flüssigkeit (Mutterlauge) gebildet ist, welche die in Lösung gebliebenen Salze und Umsetzungsprodukte enthält und oftmals eine solche Zusammensetzung und Beschaffenheit hat, daß sie vollständig beseitigt werden muß, um eine schädliche Einwirkung auf den Holländerinhalt (Fasern, Leim ꝛc.) fernzuhalten. Da diese Beseitigung aber nur durch Auswaschen möglich ist, das außer einem großen Aufwande an Zeit und Wasser den Verlust von Fasern, sowie der in der Mutterlauge vorhandenen Salze zur Folge hat, so giebt es eine Menge von Fällen, in welchen es gerathen ist, auf das einfache Verfahren zu verzichten,

welches sonst in der Vermischung der farbenbildenden Substanzen im Holländer liegt und auch in den meisten Fällen zur Anwendung gelangen kann. An die Stelle des Holländers treten in solchen Fällen zweckmäßig besondere Mischgefäße welche nicht nur die Wiedergewinnung der in der Mutterlauge enthaltenen Salze gestatten, sondern auch insbesondere noch die Möglichkeit gewähren, die Farbenbildung unabhängig von der Beschaffenheit des Papierzeuges vornehmen, verfolgen, beobachten und leiten zu können. Dazu kommt noch der Umstand, daß in vielen Fällen die Bildung der Farben, d. h. die Einwirkung der Substanzen

Fig. 81.



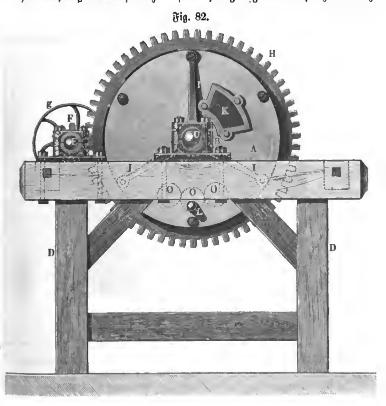
auf einander wesentlich durch Erwärmung der Lösungen vor oder während der Vermischung unterstützt wird und zu diesem Zwecke Einrichtungen nothwendig oder nützlich macht, die bei den Holländern gewöhnlich fehlen und auch schwierig anzubringen sind, bei Gefäßen aber, die lediglich der Farbenerzeugung dienen sollen, mit Leichtigkeit in der Gestalt von Dampfspiralrohren oder doppelten, dem Dampfe zugängigen Gefäßwänden beschafft und angeordnet werden können.

Zur Selbstbereitung der in Betracht kommenden Farben sind demnach zunächst Gefäße erforderlich, in welchen die Lösung der zu mischenden Ingredienzien vorgenommen wird und außerdem größere heizbare Bottiche, welche zur Ver=

mischung der Auflösungen dienen und ein kräftiges Bewegen des Inhaltes während der Reaktion gestatten.

Für das Auflösen bedient man sich am einfachsten hölzerner oder emaillirter eiserner, tragbarer Gefäße (Eimer), die sich leicht in handlicher Größe beschaffen lassen, weder von den Materialien angegriffen, oder bei Benutzung heißer Lösungsmittel zersprengt werden, noch, nachdem sie gut ausgelaugt sind, einen Einfluß auf die Lösungen ausüben. — In denselben werden die Lösungen dadurch bereitet, daß man auf die zu lösenden, abgewogenen Substanzen eine zur

Fig. 82.



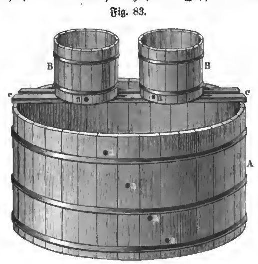
Lösung erforderliche Menge kaltes oder warmes Wasser gießt, genügend umrührt, dann zur vollständigen Klärung stehen läßt und endlich entweder vorsichtig abgießt, abhebert oder durch einen seitwärts in passender Höhe angebrachten Hahn abzieht.

Das Zusammenmischen der Lösungen erfolgt in dem Mischbottiche in der Weise, daß man diesen erst mit Wasser so weit füllt, daß die Lösungen noch ohne Ueberlaufen darin Platz finden, und darauf diese entweder gleichzeitig oder nach einander eingießt und zwar zur Vermeidung eines krystallinischen Niederschlages unter stetigem Umrühren mit einer Krücke. Nach-

dem der Niederschlag sich gebildet hat, läßt man das Gemische so lange ruhig stehen, bis ersterer sich abgesetzt und das darüber befindliche Wasser sich geklärt hat, was sehr verschiedene Zeit beansprucht. Dann wird die Mutterlauge abgezogen, der Niederschlag je nach der Zusammensetzung der letzteren in demselben Bottiche mehr oder weniger gewaschen oder auch ungewaschen in die Standgefäße zum Aufbewahren abgelassen.

Es empfiehlt sich zu einer bequemen und sicheren Ausführung aller hier erwähnten Arbeiten eine Anordnung, welche durch Fig. 83 vergegenwärtigt wird. Dieselbe besteht aus dem Niederschlagsbottiche *A*, der auf zwei Holzstäben *cc* die Auflösungsgefäße *BB* trägt, welche hier so lange ruhig stehen, bis sich ihr Inhalt geklärt hat, der dann durch Ausziehen der Zapfen *aa* direkt in *A* ab-

Fig. 83.



läuft. Der große Bottich *A* besitzt nun eine Reihe von Löchern *aaaa*, die nach und nach von oben her durch Ausziehen der Verschlüsse geöffnet werden, damit die Mutterlauge in untergestellte Gefäße strömt. Durch die unterste Oeffnung kann man gewöhnlich den Niederschlag ablassen.

Bei der Mischung der farbenerzeugenden Lösungen im Holländer beabsichtigt man nicht nur die Bildung der Farben, sondern auch ein Zusammenbringen der letzteren im Augenblicke des Entstehens einerseits mit den Fasern, andererseits mit den Beizen, um eine größere und schnellere Befestigung der Farben auf den Fasern zu erzielen. Um nun eine solche Wirkung hervorzubringen, ist es nothwendig nicht nur eine bestimmte Reihenfolge im Zusetzen zum Holländerinhalt festzuhalten, sondern auch jeder zugesetzten Flüssigkeit genügend Zeit zu lassen, damit sie sich durch die ganze Masse gleichförmig vertheilt und mit den Fasern, Beizen oder Chromogenen vollständig verbindet. Aus dem Grunde ist es im Allgemeinen zweckmäßig bei Anwendung von Beizen diese zuerst, dann die anderen Flüssigkeiten einzubringen, und dazwischen genügende Zeitpausen zu

lassen, die in der Regel mindestens 10 Minuten, höchstens 30 Minuten betragen.

In solchen Fällen, in welchen sich durch den Färbeprozeß dem Holländerinhalte Substanzen beimengen, welche auf den Leim schädlich einwirken, ist ein Auswaschen vor dem Leimen ebenso unumgänglich nothwendig, als ein vollständiges Entchloren vor dem Färben, wenn Chlor die Farbstoffe verändern würde.

Am einfachsten gestaltet sich natürlich die Vorbereitung jener Farben, welche sich in Wasser lösen, indem es sich nur darum handelt, dieselben unter passenden Verhältnissen, d. h. in abgewogenen Mengen mit Wasser zusammen zu bringen und nach der Lösung durchzuseihen, um alle etwa ungelösten Theile zurück zu halten. Beim Zusammenbringen mit Wasser ist nur zu berücksichtigen, daß manche Farbstoffe sehr leicht sind, auf dem Wasser schwimmen, sich schwer netzen und sich dadurch mitunter der Einwirkung des Wassers entziehen. Bei diesen Farben ist es rathsam, sie erst in Reibschalen oder Rolltrommeln mit wenig Wasser, auch wohl mit Glyzerin oder Alkohol zu einer teigartigen Masse zusammenzureiben und diese nach und nach im Wasser zu vertheilen. Andere Farbstoffe wieder lösen sich nur in heißem oder kochendem Wasser leicht und vollständig; noch andere, z. B. alle sogenannten Holzfarben werden erst durch anhaltendes Kochen der Rohmaterialien (Späne ꝛc.) gewonnen. Um die Farbstoffe der letzteren in Lösung zu bringen, verfährt man am zweckmäßigsten in der Weise, daß man die Späne ꝛc. in einen Hanf- oder Zwillichsack schüttet und diesen dann in das durch Dampf heiß oder kochend erhaltene Wasser hängt. Indem sich dabei die löslichen Theile durch die Gewebemaschen in dem Wasser lösen, bleibt der unlösliche Rest in dem Sack, der herausgezogen im Kochgefäße eine klare Farbebrühe zurückläßt. Das wohl in allen Fällen nothwendige Abseihen oder Filtriren erfolgt am bequemsten durch einen Beutel aus Flanell ꝛc., der vor den Ablaufhahn des Koch- oder Auflösungsgefäßes gebunden wird, oder durch ein in einen Rahmen eingespanntes Kolir- oder Filtrirtuch, das über den Holländer gehalten wird.

D. Wahl und Zusammenstellung von Farbstoffen für bestimmte Töne.

Die Auswahl und Zusammenstellung der Farbstoffe zur Hervorbringung bestimmter Farbentöne richtet sich selbstverständlich in erster Linie nach diesen Tönen, die entweder nach Mustern vorliegen oder durch die üblichen Benennungen gegeben werden. Um nach Mustern zu färben dienen außer einer Sammlung von Mustern, deren Farbenzusammenstellung und Stoffmischung bekannt sind, einfache Proben, welche nach einiger Uebung eine genügend sichere Beurtheilung gewähren. Sie bestehen darin, daß man am zweckmäßigsten in einem kleinen Probeholländer von einigen Kilogramm Stoffinhalt[1]) dem Zeuge die vermuthliche Farbe

[1]) Solche Versuchsholländer von nur 85 cm Länge werden von der Maschinenfabrik Reck u. Joachim in Schweinfurt a. M. gebaut.

in abgemessener Menge so zusetzt, wie es in Wirklichkeit stattfindet, und diese gefärbte Masse dann mit dem naßgemachten Muster direkt vergleicht. Wenn sich dabei eine Uebereinstimmung der Farben zeigt, wird nun von dem gefärbten Zeuge eine dünne Lage auf ein Sieb (kleine Schöpfform) gebracht und in der Wärme getrocknet, z. B. unter einem Bügeleisen, das so hoch erwärmt ist, als die an der Papiermaschine vorhandenen Trockentrommeln erwärmt werden. Eine Vergleichung dieser Probe mit dem vorliegenden Muster zeigt Uebereinstimmung oder Abweichung und in letzterem Falle auch gewöhnlich den Grund der Abweichung, der nun leicht durch Zusätze, Verdünnungen u. dergl. gehoben werden kann. Daß in allen Fällen eine vorhergegangene chemische Untersuchung der Probe auf ihre Farben von großem Werthe, oft auch unumgänglich nothwendig ist, bedarf wohl nur der Andeutung und ist das Nähere hierüber in dem Kapitel über Papieruntersuchung nachzusehen.

Nicht viel weniger wichtig ist die Rücksicht auf die zu färbende Papiergattung und da mag hier hervorgehoben werden, daß es beim Färben der Blumenpapiere besonders auf naturgetreu wiedergegebene, klar und lebhaft abgetönte Farben ankommt und daß demnach hier die Anilinfarben allgemein wegen ihres feurigen Farbenspieles vorgezogen und Erdfarben nur so weit verwendet werden, als sie durch Unterfärbung die Lichtdauer der Anilinpigmente erhöhen. — Bei Brief- und Schreibpapier, Karton, Zeichen-, Illustrations-, Kupferdruck- und sonstigem feineren Druckpapier dahingegen muß man möglichst zarte, aber lichtbeständige matte Töne, also in hervorragender Weise die Erd- und Mineralfarben zur Anwendung bringen. — Die ordinärsten Papiere (Pack-, Umschlag-, Tapeten-, Plakat-, Druckpapier u. s. w.) erhalten ihre Färbung gewöhnlich durch natürliche Erdfarben und ihre Mischungen, insbesondere durch Ocker, sodann durch schwere Mineralfarben (Chrom, Berlinerblau, Eisenschwarz, Mennige &c.) und durch die ausgiebigen Anilinfarben, sowie die billigen Holzfarbebrühen mit den entsprechenden Metallsalzen. — Zum Färben der Seidenpapiere wählt man lebhafte, besonders die stark färbenden Anilinfarben, und nur für die dunkelen Töne künstliche Mineralfarben.

Weiter kommt noch die Lichtbeständigkeit der Farben bei der Auswahl derselben sehr in Betracht, denn während bei manchen Verwendungsformen die Lichtbeständigkeit eine viel geringere Rolle spielt als die Kraft des Tones (z. B. bei Plakat-, Einwickel- u. s. w. Papier) ist bei anderen die Echtheit der Farben gegen die Einwirkung des Lichtes die erste Bedingung (z. B. bei Dokumenten-, Feinschreib-, Kupferdruck- und Buchdruckpapier). Es ist daher von Belang, von der Lichtbeständigkeit der Farben unterrichtet zu sein, weshalb hier die Untersuchungen im Auszuge (aus den Mittheilungen des technologischen Gewerbe-Museums in Wien 1884, Nr. 3, S. 1) angeführt werden mögen, die von Depierre in Leipa und Clouet in Rouen in den Jahren 1878 bis 1882 mit 76 verschiedenen Zeugfarben (Baumwollenstoffe) angestellt wurden, um den Einfluß des elektrischen Lichtes zugleich im Vergleich mit demjenigen des Sonnenlichtes kennen zu lernen. Die einzelnen Farben waren zu dem Zwecke auf Baumwollenstoff gedruckt und zwar in breiten Streifen, wovon ein

Tabelle über den Einfluß des Sonnenlichtes und des elektrischen Lichtes auf Farben. Entfärbung in Prozenten ausgedrückt.

Farbe	Weißes Sonnenlicht	Weißes elektrisches Licht
1) Alizarinroth	10	3
2) Krappextraktroth	50	11
3) Kochenilleroth	85	10
4) Safraninrosa	90	22
5) Fuchsin	55	?
6) Alizarinorange	50	?
7) Chromorange	20	?
8) Flavinorange	80	10
9) Kreuzbeerenorange	60	12
10) Gelbholzorange	50	10
11) Katechu und Alizarin	15	unverändert
12) Orlean Tafelfarbe	90	25
13) Querzitron	40	?
14) Kreuzbeeren	20	unverändert
15) Waulack	45	„
16) Guignetgrün	10	10
17) Indigoblau	40	unverändert
18) Ultramarin und Guignetgrün	15	?
19) Berlinerblau	10	5
20) Anilinblau	42	?
21) Methylviolett	60	12
22) Katechu mit Kupfer	unverändert	
23) Katechu Mangan gechromt	50	20
24) Katechu	45	20
25) Anilinschwarz	11	5
26) Schwarz: Blauholz, Querzitron	20	5
27) Schwarz: Blauholz, Eisen, Chrom	6	unverändert
28) Blauholzschwarz	18	18
29) Nigrosingrau	15	5
30) Querzitron und Chrom	42	17
31) Katechu, Blauholz und Chrom	60	14
32) Ultramarinblau	unverändert	
33) Galläpfel und Chrom	18	4

Viertel gefaltet in schwarzen Sammet gelegt und vor Luft und Licht geschützt aufbewahrt wurde, um als Normalvergleichsobjekt zu dienen; das zweite Viertel wurde 60 Tage lang, ungefähr 800 Stunden, dem Sonnenlichte, unter Vermeidung des direkten Lichtes, ausgesetzt, das dritte Viertel 280 Stunden elektrisch beleuchtet mit einer Lichtstärke von 250 Flammen. Das vierte Viertel diente zum Vergleich der Proben, der Differenzen und Feststellung der Ergebnisse, welche in der umstehenden Tabelle zusammengetragen sind. Hierbei ist noch zu bemerken, daß man für die volle Farbe 100, die vollständige Entfärbung 0 gesetzt und die Zwischenstufen nach Prozenten der Entfärbung gemessen hat.

Im Anschlusse an diese Ergebnisse seien noch die Untersuchungen erwähnt, welche 1882 bei Gelegenheit der Elektrizitätsausstellung in München von Professor v. Miller vorgenommen und in dem Berichte über diese Ausstellung S. 200 bekannt gegeben wurden. Hier setzte man eine Reihe von Farben dem Sonnenlichte und dem elektrischen Lichte aus und gewann als Resultat: daß in der Sonne die Erdfarben unverändert, die Mineralfarben (Chromgelb, Berlinerblau) ziemlich unverändert geblieben, die Theerfarben aber vollständig zu Grunde gegangen waren. —

In neuester Zeit ist im Deutschen Reiche durch kaiserliche Verordnung vom 1. Mai 1882 noch eine Beschränkung in der Auswahl der Farbstoffe dadurch eingetreten, daß gesetzliche Vorschriften erlassen sind, welche eine Reihe von Farbstoffen verbieten. Der §. 1 dieses Gesetzes lautet: „Giftige Farben dürfen zur Herstellung von Nahrungs- und Genußmitteln, welche zum Verkaufe bestimmt sind, nicht verwendet werden. Giftige Farben im Sinne dieser Verordnung sind alle diejenigen Farbstoffe und Zubereitungen, welche Antimon (Spießglanz), Arsenik, Baryum, ausgenommen Schwerspath (schwefelsauren Baryt), Blei, Chrom, ausgenommen reines Chromoxyd, Kadmium, Kupfer, Quecksilber, ausgenommen Zinnober, Zink, Zinn, Gummigutt, Pikrinsäure enthalten." — Da diese Verordnung auch die Anwendung der genannten giftigen Farben zur Fabrikation der gefärbten und bunten (insbesondere Blumen-) Papiere ausschließt und in Folge dessen die Anfertigung dieser Papiere mehr beschränkt, als der Gesundheit wegen erforderlich zu sein scheint, so stehen dieser Verordnung folgende (allerdings augenblicklich noch nicht gesetzlich anerkannte) Vorschläge gegenüber.

a) „Unbedingt zulässig sind jene Farben und Farbstoffe, welche „frei sind von Antimon, Arsen, Blei, Baryum, Kadmium, Chrom, Kobalt, Nickel, „Kupfer, Quecksilber, Uran, Zinn, Zink, Gummigutt und Pikrinsäure, sowie die„jenigen Farben und Farbstoffe, welche aus Farbhölzern mit oder ohne Hülfe „von Theerfarbstoffen hergestellt werden und frei von den oben angeführten „Stoffen sind."

b) „Bunte Papiere, Tapeten, Rouleaux, künstliche Blumen „dürfen nur mit solchen unter a) als zulässig bezeichneten Farben gefärbt und „bedruckt werden. Des weiteren dürfen Verwendung finden, mit Ausnahme von „Buntpapieren, welche zur Umhüllung oder Verpackung von Nahrungs- und „Genußmitteln dienen:

„Jene grünen, aus Ultramarin oder Pariserblau (Berlinerblau) oder Chrom„oxyd mit Baryumsulfat und Zinkchromat gemischten Farben, insofern solche in

„bei 100° getrocknetem Zustande nicht mehr als 12 Proz. Zinkchromat ent-„halten; ferner Lackfarben mit einem Gehalte bis zu 3 Proz. Baryumkarbonat, „bezogen auf die bei 100° getrockneten Farben.“

1. Gelb, Chamois, Orange und Braun[1]).

Zur Hervorbringung gelber Farbentöne mittelst Erdfarben eignen sich hauptsächlich die chromsauren Bleisalze und die Eisenoxyde, weil diese Farbstoffe leicht darzustellen und verschieden zu nüanziren sind.

Feuriges Chromgelb erhält man aus:

12 Thln. doppelt (rothem) chromsaurem Kali,
8 Thln. krystallisirter Soda,
32 Thln. Bleizucker.

Jedes dieser Salze wird für sich in warmem Wasser gelöst, dann eine Mischung der beiden ersten vorgenommen, wobei Aufbrausen stattfindet, und endlich, nach vollständiger Klärung, diese Mischung mit der Beizuckerlösung zusammengebracht, die abgesetzte Farbe vom essigsauren Kali getrennt, gewaschen und im Holländer kurz vor dem Entleeren zugesetzt. — Die Vereinigung des Chromgelbs mit der Faser erfolgt übrigens am innigsten auf der Faser, indem man vor dem Leimen erst die Bleisalz- und dann einige Minuten später die Chromsalzlösung zusetzt. — Je nachdem das Chromgelb mehr oder weniger Bleioxyd mit Chromsäure verbunden enthält, oder mit anderen Bleisalzen, namentlich mit schwefelsaurem Bleioxyd oder Chlorblei vermischt ist, ändert sich der Farbenton von Hellschwefelgelb und Zitronengelb bis zum Hell- und Dunkelorange. Deshalb kann man durch Zusatz von Schwefelsäure einerseits, durch Alkalilösung andererseits ein helles Schwefelgelb oder ein Orange erzeugen. Zur Hervorbringung eines feurigen Chromorange nimmt man:

10 Thle. doppelt chromsaures Kali und
25 Thle. Bleizucker,

behandelt diese Salze wie oben, wäscht den gelben Niederschlag von Bleichromat zwei- bis dreimal mit kaltem Wasser, übergießt denselben mit heißem Wasser, so daß die Temperatur nicht unter 45° sinkt und fügt 50 Thle. einer Aetznatronlauge von 6° B. hinzu. Endlich wird dann nach dem Erkalten noch eine kalte Lösung von 14 Thln. Bleizucker zugesetzt, alles gut durchgerührt und schließlich mit kaltem Wasser gewaschen. — Der Zusatz dieser Farbe zum Stoffe erfolge etwa 1/4 Stunde vor dem Entleeren des Holländers. — Wenn man bei diesen Verhältnissen nur 25 Thle. Aetznatronlauge von 6° B. nimmt, den Bleizuckerzusatz unterläßt, aber das Ganze kocht, geht die Farbe in Dunkelorange über. — Hellere Töne dieser letzteren Farbe erzeugt man durch Kochen mit einem Zusatze von 3 Thln. frisch gebranntem Kalke, der gut abgelöscht als Kalkmilch

[1]) Die in den späteren Rezepten gegebenen Gewichtsmengen beziehen sich auf 50 kg trocken gedachten Stoff.

statt der Natronlauge zugegeben wird. Da das Chromorange basisch chromsaures Bleioxyd ist, so läßt sich dasselbe auch bequem aus rothem chromsaurem Kali und basisch essigsaurem Bleioxyd, dem sogenannten Bleiessig, herstellen. Zu dem Zwecke erzeugt man den letzteren, indem man eine konzentrirte wässerige Lösung von 1 kg Bleizucker mit 1 kg Bleiglätte zu einem dünnen Brei anrührt und 24 Stunden bei Luftabschluß digerirt. Nach diesem Digeriren setzt man so viel Wasser zu, daß auf 1 kg des entstandenen basisch essigsauren Bleioxydes 4 Liter Wasser kommen, läßt klar absetzen und gießt die nun „Bleiessig" genannte Flüssigkeit ab, die gegen Luft verschlossen aufzubewahren ist. 1 Thl. rothes chromsaures Kali giebt mit 10 Thln. Bleiessig ein sattes Orange.

Eisenoxyde liefern eine Menge Abstufungen in Chamois, Rostgelb, Rostbraun. — Man stellt sie her durch Ausfällen aus Eisensalzlösungen vermittelst alkalischer Laugen, und zwar nimmt man dazu in der Regel das schwefelsaure Eisenoxydul (Eisenvitriol) und krystallisirte Soda oder Aetznatronlauge und zwar gleiche Theile Vitriol und Soda. — Die Fällung erscheint anfangs dunkelgrün, geht an der Luft aber nach und nach in Gelb oder Chamois über. Zur Beschleunigung des Farbenüberganges kann etwas Chlorkalk dienen. In der Regel wird die fertige Farbe dem Stoffe zugesetzt; nur bei ordinären Papieren erfolgt vielfach die Reaktion im Holländer vor dem Leimen, dem ein Waschen vorhergeht. Die Zusatzmengen sind sehr verschieden, wechseln von 40 g Vitriol und 40 g Soda für Hellchamois bis 4 kg Vitriol und 4 kg Soda für sattes Hellchamois. Sollen diese Farben rostfarbig, röthlich &c. ausfallen, so wird noch ein Zusatz von natürlichem Ocker (Goldocker, Brillantocker, Terrasienna u. s. w.) gemacht.

Die dunkelen Eisenoxyde haben ausgeprägt braune Färbung und heißen Braunocker. Sie kommen entweder in der Natur fertig vor oder werden durch Kalzination der helleren Ockerarten gewonnen, indem diese beim Brennen das Hydratwasser verlieren und um so dunkler werden, je stärker man sie glüht. Zuletzt gehen sie in das rothe Eisenoxyd (Todtenkopf, Caput mortuum) über. Da die Braunocker häufig einen beträchtlichen Gehalt an Manganoxydhydrat besitzen, welches durch Glühen dunkelrothbraun wird, so benutzt man hier diese (Umbra oder Umbraun) insbesondere zu den dunkelbraunen Tönen. — Das Manganoxydhydrat für sich allein geglüht, erzeugt sehr satte, braune Töne (Manganbraun). Künstlich wird diese Farbe durch Einwirkung von doppelt chromsaurem Kali auf schwefelsaures Manganoxydul hervorgerufen, weil Manganoxydhydrat ausgeschieden wird, das sich an der Luft braun färbt.

Unter den in Wasser löslichen Pigmenten zur Erzeugung der gelben Farbentöne mit ihren Abstufungen und Nüanzen sind bemerkenswerth die Pikrinsäure, Querzitron, Wau, Orlean und die Farben aus Anilin, Naphtalin &c., für sich oder gemischt. — Die Pikrinsäure wird in kochendem Wasser gelöst und dem auf etwa 30° erwärmten, mit schwefelsaurer Thonerde vorgebeizten Stoffe zugesetzt, der vollkommen neutral reagiren und chlorfrei sein muß, dann aber einen grüngelblichen Ton annimmt. — Das Naphtalingelb (Martiusgelb) erfährt dieselbe Behandlung wie die Pikrinsäure; der Stoff wird vorgebeizt mit essigsaurer Thonerde oder Alaun (1 Farbstoff $2^1/_2$ Beize) und auf 30° erwärmt. —

Querzitron ist ein Farbstoff, den man sich selber zubereitet durch drei- bis vierstündiges Kochen der Querzitronrinde, mit dem fünf- bis sechsfachen Wasser und Abseihen der Flüssigkeit. Der Farbstoff (Querzitrin) ist der Hauptbestandtheil des Querzitronextraktes und des Flavins und besonders zu Abtönungen geeignet. Setzt man beim Kochen des Querzitrons dem Wasser etwa 7 Proz. Schwefelsäure von 66° B. zu, so erhält man das lebhaftere und reinere, aber weniger lichtbeständige Querzetin, das mit dem gleichen Gewichte Bleisalz fixirt wird. — Der Wau ist die getrocknete „Reseda luteola", die in allen Theilen einen gelben Farbstoff (Luteolin) enthält. Zum Färben bereitet man eine Abkochung, welche mit 1 kg Alaun auf 2 kg Wau eine sehr beständige gelbe Farbe giebt. — Der Orlean besteht aus dem zerriebenen Fleische der Fruchtkapseln des Orleanbaumes und enthält einen gelben und einen rothen Farbstoff, wovon der erste in Wasser löslich und daher durch ¼ stündiges Kochen des Orleanteiges mit Wasser gewonnen wird, dem auf 1 kg Orlean 2 kg Soda zugesetzt werden. Die Orleanfarbe ist theuer und daher wenig im Gebrauch; hauptsächlich als Zusatz zu anderen Farbstoffen, um diese zu schönen.

Braune Pigmente, welche sich in Wasser lösen, gewinnt man zwar aus manchen Pflanzen und pflanzlichen Produkten (aus braunen Hölzern, Katechu, Nußschalen, Braunkohle rc.), allein sie werden selten ohne Zusätze gebraucht, da ihre Farben theils der gewünschten Töne entbehren, theils durch ihr Verhalten an der Luft die Anwendung in ihren Resultaten höchst unsicher machen. Das wichtigste Pigment zur Erzeugung brauner Farbentöne ist Katechu, das sich in kochendem Wasser fast vollständig löst und sich durch einen hohen Gehalt (40 bis 50 Proz.) an Gerbstoff auszeichnet. Die Katechulösung wird gewöhnlich mit rothem chromsaurem Kali, außerdem mit Kupfervitriol, Eisenvitriol und Alaun, sodann mit braunen Erdfarben und mit Anilinbraun, sowie zur Abtönung mit Querzitron, Blauholz, Rothholz, Kochenille rc. versetzt. — Sehr verschieden sind die unter dem Namen Gelbbraun, Marron, Vesuvin, Bismarckbraun, Havannabraun (Phenylbraun) verwendeten braunen Anilinfarben bezüglich des Farbentones; sämmtlich jedoch erzeugen sie reine lebhafte Farben.

Blaßgelb:

100 g rothes chromsaures Kali kalt in Wasser gelöst,
300 g Bleizucker in kaltem Wasser gelöst.

Hellgelb:

180 g rothes chromsaures Kali,
480 g Bleizucker. Wie oben gelöst.

Schwefelgelb:

300 bis 600 g chromsaures Kali in lauwarmem Wasser gelöst und mit kaltem Wasser vermischt in den Holländer,
750 bis 1000 g Bleizucker, kalt in Wasser gelöst.

Sattchromgelb:

2½ bis 3 kg rothes chromsaures Kali kalt in den Holländer,
6¼ bis 7½ kg Bleizucker kalt in den Holländer.

Sattgelb: dieselbe Mischung heiß gemischt.

Rostfarbig:

2 bis 4 kg Eisenvitriol,
2 bis 4 kg Soda,
5 bis 20 kg Goldocker (dunkel).

Röthlichchamois:

1½ bis 3 kg Eisenvitriol,
1½ bis 3 kg Soda,
3 bis 6 kg Goldocker,
¼ bis ½ kg rothes Eisenoxyd (Caput mortuum).

Ledergelb:

3 bis 6 kg Terra sienna,
250 bis 500 g Rebenschwarz,
150 bis 300 g Caput mortuum.

Für das Hervortreten des gelben Tones dient auch ein Zusatz von Chromgelb.

Zartchamois:

½ kg Eisenvitriol,
½ kg Soda,
50 bis 75 g rothes chromsaures Kali,
125 bis 180 g Bleizucker.

Orange:

3 bis 4 kg rothes chromsaures Kali,
30 bis 40 l Bleiessig
oder
3 bis 4 kg rothes chromsaures Kali,
3 bis 4 kg Bleizucker,
12 bis 18 l Bleiessig;

in beiden Fällen nach dem Einsetzen in den Holländer noch vermengt mit:

1½ bis 3 kg krystallisirte Soda, oder
6 bis 12 l Kalkmilch.

Dieses Orange ist nur für ungeleimtes Papier, weil es der Leimung widersteht. — Für geleimte Papiere genügt ein Zusatz von Mennige (Saturnroth), welches zugleich zur Erzeugung einer Menge Schattirungen in Orange dient und im Allgemeinen das Feuer erhöht.

Feuriges Orange:

4 kg rothes chromsaures Kali }
10 kg Bleizucker } heiß vermischt,
4 bis 5 kg Mennige.

Rothorange:

4 kg rothes chromsaures Kali,
10 kg Bleizucker,
15 bis 18 kg Mennige.

Hellbraun:

2 bis 4 kg Eisenvitriol,
2 bis 4 kg krystallisirte Soda,
5 bis 10 kg Braunocker,
2 bis 5 kg Dunkelocker.

Lederbraun: Dieselbe Mischung, nur statt Dunkelocker $1/2$ bis 1 kg ungebrannte Terra sienna.

Braun:

5 kg Katechu in 50 Liter Wasser gelöst, durch Flanell filtrirt, nach der Leimung in den Holländer, dann
3 kg rothes chromsaures Kali und
4 kg Alaun zum Schönen.

Mittelbraun:

1. $1^1/_4$ bis $2^1/_2$ Katechu,
150 bis 300 g Kupfervitriol; $1/4$ Stunde später
$1/4$ bis $1/2$ kg rothes chromsaures Kali,
5 bis 10 kg Umbra,
2 bis 3 kg Dunkelocker.

2. 3 kg Gerberlohe oder $1/2$ kg Galläpfel, gekocht mit Wasser, durchgeseiht mit
150 g krystallisirter Soda, und 10 Minuten später
1 bis $1^1/_2$ kg Eisenvitriol, nach wiederum 10 Minuten
150 bis 250 g Anilinbraun.

Lichthavanna:

150 bis 300 g Katechu,
25 bis 50 g Kupfervitriol.

Gelblichbraun:

150 bis 300 g Katechu; erhitzt auf 40° C.
50 bis 100 g rothes chromsaures Kali.

Bronzebraun:

5 kg Katechu in 50 Liter Wasser gelöst,
600 g Kupfervitriol,
750 g schwefelsaure Thonerde,
750 g schwefelsaures Manganoxydul. Dieses Gemisch auf 60 bis 70° erhitzt und mit
$1^1/_4$ kg rothem chromsaurem Kali vermischt.

Röthlichbraun:

2 bis 5 kg Katechu,
50 bis 100 g Salmiak,
375 bis 750 g Kupfervitriol; $1/4$ Stunde später
400 bis 1000 g rothes chromsaures Kali und dann nach 10 Minuten
1 bis 2 kg schwefelsaure Thonerde.

Rothbraun:

1. Durch Zusatz von Rothholzabkochung zur vorigen Mischung.
2. 2 bis 4 kg Eisenvitriol,
   2 bis 4 kg krystallisirte Soda,
   5 bis 10 kg Braunocker,
   10 bis 20 kg gebrannte Sienna.

Violettbraun:

$^1/_2$ bis 1 kg Katechu,
125 bis 375 g rothes chromsaures Kali,
125 bis 400 g Blauholzextrakt,
$^1/_4$ bis $^1/_2$ kg schwefelsaure Thonerde.

Gelbbraun:

$^1/_2$ bis $1^1/_2$ Katechu,
150 bis 500 kg rothes chromsaures Kali,
500 g schwefelsaure Thonerde,
$1^1/_2$ bis 2 l Querzitronabkochung.

Tiefbraun:

3 bis 6 kg Gerberlohebrühe,
$1^1/_2$ bis 3 kg Eisenvitriol,
1 bis 2 kg Alaun,
300 bis 600 g Anilinbraun,
150 bis 300 g Blauholzextrakt,
1 bis 2 l Querzitronabkochung.

Manganbraun:

$1^1/_2$ bis 4 kg Katechu,
1 bis 2 l Querzitronabkochung; $^1/_4$ Stunde später
200 bis 500 g schwefelsaures Manganoxydul. Erwärmung des Stoffes auf 50°, dann
$^1/_2$ bis 1 kg rothes chromsaures Kali,
75 bis 150 kg Schwefelsäure.

Schwarzbraun:

5 kg Katechu,
2 kg Kupfervitriol,
2 kg chromsaures Kali,
4 kg Querzitronabkochung,
4 kg Kalkmilch,
4 kg Eisenvitriol.

2. Roth, Scharlach 2c.

Obwohl es eine ziemlich große Anzahl rother Erd- und Metallfarben giebt, so finden in der Papierfärberei doch nur wenige Anwendung, weil

die meisten derselben zu theuer und schwer (Zinnober) oder giftig (rothes Quecksilberoxyd) sind. Am häufigsten gebraucht werden die rothen Eisenoxyde, welche entweder aus wasserfreien Eisenoxyden oder aus einem Gemenge derselben mit Thon bestehen. In der Natur kommen insbesondere Hämatit, rother Glaskopf und mehrere rothe Ockerarten vor, die gemahlen und geschlämmt anwendbare rothe Farben liefern. Außerdem gewinnt man rothe Erdfarben durch Brennen der gelben Ockerarten (S. 264) und bezeichnet sie nach dem Tone oder der Abstammung mit verschiedenen Namen: Kolkothar, Todtenkopf, Caput mortuum, Englischroth, Röthel, Engelroth, Indischroth, Eisenmennige, Venetianisches, Pompejanisches Roth 2c. Das schönste feurigste Roth unter den Erdfarben ist die gebrannte Terra sienna, welche daher auch am häufigsten benutzt wird. — In einzelnen Fällen wird das Saturnroth oder Mennige zum Färben verwendet.

Ueberwiegend zum Rothfärben dienen dahingegen lösliche Pigmente, welche seit der Entdeckung der Theer- beziehungsweise Anilinfarben in äußerst zahlreichen Tönen und Abstufungen zur Verfügung stehen. — In erster Linie ist hier das Roth der Kochenille zu nennen, welches unter dem Namen Karmin als die feurigste hochrothe Farbe bekannt ist. Zur Bereitung von Karmin kocht man ½ kg zerstoßene Kochenille mit 18 kg Regenwasser, setzt zuletzt 20 g Alaun zu, kocht noch eine kurze Zeit, filtrirt, füllt das Filtrat in flache Schalen und läßt diese ruhig an einem staubfreien Orte stehen. Der Karmin scheidet sich nach zwei bis drei Tagen aus. — Für den sofortigen Gebrauch genügt natürlich eine Lösung von Karmin, welche man sich am einfachsten dadurch verschafft, daß man ½ kg auf einer Kaffeemühle gemahlene Kochenille in einer Flasche mit ½ Liter Ammoniak übergießt, gut durchschüttelt, dann mit ½ Liter warmem Wasser verdünnt, etwa 24 Stunden stehen läßt, darauf durch Flanell filtrirt und den Rückstand so lange mit heißem Wasser ausspült, bis alle Farbe ausgewaschen ist (Ammoniakkochenille). Nach einer anderen Vorschrift kocht man 1 Thl. gemahlene Kochenille dreimal eine halbe Stunde mit 10 Thln. Wasser, gießt die Abkochungen zusammen, filtrirt und setzt der Lösung Oxalsäure im Verhältnisse von 3 bis 5 Proz. auf die verbrauchte Gewichtsmenge Kochenille zu. — Andere rothe Pigmente liefern insbesondere die Rothhölzer, unter welchen das Fernambukholz oder rothe Brasilienholz, das Sapan-, Japan-, Bimas- oder ostindische Rothholz und das St. Marthaholz oder Limaholz verstanden wird. Zur Gewinnung der Farbebrühen genügt es, das geraspelte Holz zwei Tage in Regenwasser einzuweichen und dann zweimal drei bis vier Stunden lang mit dem fünffachen Gewichte Wasser unter Ersatz des verdampften Wassers zu kochen, die durch Flanell abgeseihten Abkochungen zu vermischen und darauf in einem Bottiche einige Tage stehen zu lassen, wobei sich ein rother Farbstoff absetzt, der zu ordinärem Papiere Verwendung findet, während die Rothholzbrühe entweder direkt als Farbebrühe oder zur Erzeugung eines rothen Farbstoffes dient, den man mit Zinkchlorid (20 Thle. auf 100 Thle. Holz) ausfällt. — Daß Orlean neben einem gelben noch einen rothen Farbstoff besitzt, ist schon oben (S. 265) erwähnt. Da dieser zinnoberrothe Farbstoff in Wasser unlöslich, aber im Weingeiste löslich ist, so gewinnt man ihn aus

dem Rückstande, der bei der Bereitung des Orleangelb zurückbleibt, durch Kochen mit Weingeist und Ausfällen mit Wasser. — Die rothen Theerfarben führen verschiedene Bezeichnungen je nach den Farbentönen, die rosenroth, rein gelblich oder bläulichroth mit vielen Zwischenstufen erzeugt werden. Die wichtigsten sind: Fuchsin, Naphtalinroth, Safranin, Eosin, Korallin, Zerise u. s. w. Wegen ihrer Vergänglichkeit ist es gerathen, sie unmittelbar vor dem Färben in Lösung zu bringen und zwar am einfachsten durch Kochen in Wasser unter fortwährendem Abschäumen. Da die Anilinrothe eine außergewöhnlich große Färbekraft besitzen und die einfachsten Färbeoperationen verlangen, so hat trotz ihrer geringen Lichtbeständigkeit die Anwendung eine große Ausdehnung angenommen.

Rosa (Licht bis Karmin):

350 bis 4000 g schwefelsaure Thonerde in Wasser gelöst und 1/2 Stunde später
1 bis 10 kg Fernambukholz,
20 bis 30 g Safranin.

Hellbläulich Rosa bis Karmoisinroth:

200 bis 2250 g schwefelsaure Thonerde,
50 bis 500 g Fuchsin, wird lichtecht durch Zusatz von
1 bis 9 kg Fernambukholz.

Rosenroth:

250 bis 1000 g schwefelsaure Thonerde,
350 „ 1350 g Weinsteinsäure,
50 „ 200 g krystallisirte Soda, nach 1/4 Stunde
500 „ 2000 g Ammoniak-Kochenille.

Purpur:

2 1/4 kg schwefelsaure Thonerde,
550 g Diamantfuchsin,
75 g Methylviolett.

Zinnober:

3 1/2 kg schwefelsaure Thonerde,
800 g Eosinscharlach.

Hochroth:

4 kg schwefelsaure Thonerde,
1750 g Eosin,
2 kg essigsaures Bleioxyd.

Granatroth:

3 1/2 kg schwefelsaure Thonerde; nach 1/2 Stunde
8 kg Fernambukholz,
350 g Zerise in Essig und Wasser gelöst.

Gelbroth:

$1^1/_2$ kg Orlean, gelöst in $2^1/_2$ kg krystallisirter Soda,
$3^1/_4$ kg Alaun,
18 kg Fernambukholz,
3 kg Zinnchlorid,
3 kg Querzitron.

Ponzeau:

$3^1/_2$ kg schwefelsaure Thonerde,
850 g Anilinponzeau.

Ponzeau (lichtecht):

$4^1/_2$ kg schwefelsaure Thonerde; nach $^1/_2$ Stunde
$1^1/_2$ kg Kochenille in Oxalsäure; nach $^1/_2$ Stunde
400 g Anilinponzeau.

Scharlach:

$3^1/_2$ kg schwefelsaure Thonerde; nach $^1/_2$ Stunde
900 g Anilinscharlach.

Scharlach (echt):

$4^1/_2$ kg schwefelsaure Thonerde; nach $^1/_2$ Stunde
$1^1/_2$ kg Kochenille; $^1/_4$ Stunde später
430 g Anilinscharlach,
30 bis 50 g Naphtalingelb.

3. Blau und Violett.

Die in der Natur vorkommenden blauen Erdfarben (Bergblau, Lasurblau oder Ultramarin und Blauerde) finden zum Färben von Papier keine Verwendung mehr, seitdem das Ultramarin (S. 229) fabrikmäßig in verschiedenen Nüanzen zu so außerordentlich geringen Preisen erzeugt wird und da zugleich die künstlichen blauen Cyaneisenfarben in den Papierfabriken selbst leicht hergestellt werden können.

Die Grundlage der blauen Cyaneisenfarben bildet das sogenannte Berlinerblau oder Eisencyanürcyanid, welches durch Einwirkung von Ferrocyankalium auf Eisenoxydsalze oder Eisenchlorid entsteht und aus einem tief blauen, amorphen, in Wasser und Säuren ganz unlöslichen Körper gebildet wird nach der Formel:

$$3\,CfyK_4 + 4\,FeCl_3 = Cfy_3Fe_4 + 12\,KCl.$$

Zur Bereitung des Berlinerblau nimmt man 50 kg Ferrocyankalium (gelbes Blutlaugensalz) und löst dasselbe in 180 l kochendem Wasser. Daneben bringt man 70 kg Eisenvitriol in Lösung und kocht diese $^1/_2$ Stunde mit 5 kg Eisendrehspänen, um das höchst schädlich auf die Farbe einwirkende Kupfer auszuscheiden. Sowie beide Flüssigkeiten auf 40° C. abgekühlt sind, werden sie unter fleißigem Umrühren zusammengegossen und nach dem Erkalten mit 5 kg

Schwefelsäure in 20 l Wasser und mit 9 kg Salzsäure in 30 l Wasser angesäuert. Nachdem der Niederschlag erfolgt und von der Mutterlauge befreit ist, wird derselbe noch mit 380 l Chlorkalklösung behandelt. Das vorstehende Verfahren bezweckt lediglich die Anwendung des leicht zu beschaffenden Eisenvitriols. Da dieses aber ein Oxydulsalz ist und einen weißen Niederschlag (K_2 Fe Cfy) liefert, der erst durch nachträgliche Oxydation allmählich blau wird, so fordert der hervorgebrachte Niederschlag das angegebene Ansäuern und Behandeln mit Chlorkalk. — Einfacher wird die Erzeugung, wenn man statt Eisenvitriol Eisenchlorid oder salpetersaures Eisenoxyd nimmt. In diesem Falle löst man 5 kg gelbes Blutlaugensalz in 40 l heißem Wasser und setzt dieser Lösung so lange eine wässerige Auflösung von Eisennitrat (Eisenbeize, S. 252) oder Eisenchlorid zu, als sich noch ein Niederschlag bildet. Um dies zu erkennen, füllt man von Zeit zu Zeit ein Reagenzgläschen mit der über dem Niederschlage sich sammelnden Blutlaugensalzlösung und läßt an einem Glasstäbchen einen Tropfen Eisenlösung in dieselbe fallen; so lange sich noch eine blaue Färbung zeigt, fährt man mit dem Zusatze der Eisenbeize fort, damit einerseits das Cyansalz vollständig verbraucht und andererseits ein Wiederauflösen des blauen Farbstoffes in der Mutterlauge vermieden wird, das nämlich vor sich geht, wenn diese noch unzersetztes Cyansalz enthält. Eine hellere Modifikation des Berlinerblau ist das sogenannte Turnbullsblau, welches man erhält, wenn man 6 kg rothes Blutlaugensalz (Ferricyankalium, Cfy K_3) in 36 Liter heißem Wasser löst, mit $8^1/_2$ kg Eisenvitriol in 32 Liter heißem Wasser gelöst mischt und den Niederschlag zweimal mit Wasser wäscht. — In der Regel wird das Berlinerblau nicht im Holländer gebildet, weil der Zusatz von Säure und die Bildung der Mutterlauge im Holländer möglichst vermieden werden sollte. Wünscht man aber den direkten Niederschlag (z. B. bei ungeleimten Papieren), so verfährt man am besten nach folgender Vorschrift, die das sogenannte Kaliblau liefert:

4 bis 5 Thle. Eisenbeize,
2 Thle. gelbes Blutlaugensalz
1 Thl. Zinnsalz,
1 Thl. Schwefelsäure,

jedes für sich in Wasser gelöst und der Reihe nach zugesetzt. Durch Weglassen des Zinnsalzes und gutes Wegwaschen der Säure erhält dieses Blau einen Stich ins Grüne. — Da das frisch gefällte Berlinerblau in Oxalsäure löslich ist, so wird mitunter von einer Lösung Gebrauch gemacht, die man sich dadurch herstellt, daß man 8 Thle. Berlinerblau mit 1 Thl. Oxalsäure in Wasser anrührt.

Unter den organischen Pigmenten für das Blaufärben war früher der Indigo von großer Bedeutung, aus dem durch Auflösen in konzentrirter Schwefelsäure Indigokarmin, als der blaue in Wasser lösliche Farbstoff, zum direkten Gebrauche gewonnen wird. In Folge der Entdeckung und fabrikmäßigen Darstellung der blauen Anilinfarben genießen nunmehr diese um so mehr den Vorzug, als sie neuerdings sehr lichtecht (das sogenannte Methylenblau ist vollkommen echt) und in allen gewünschten Abtönungen, als: Kornblau, Marineblau,

Nachtblau, Lichtblau, Indigoblau, Azulin (Pariserblau) gewonnen werden und in einfachen Lösungen zur Anwendung kommen. — Durch diese Anilinblaue ist auch das Blauholzextrakt zum Zwecke der Blaufärbung verdrängt, das durch Auskochen des sogenannten Kampecheholzes hergestellt wird und jetzt nur mehr zur Erzeugung schwarzer und grauer Farben mittelst Eisen- und Chromsalzen, als auch für sich zum Violettfärben dient. — Für diesen letzten Zweck wird 50 kg Blauholz zweimal mit 500 Liter Wasser vier Stunden lang gekocht, darauf die Brühe abgeschöpft und durch Flanell filtrirt. Dieser Abkochung setzt man dann 5 kg Alaun zu, wodurch eine tief violette Flüssigkeit entsteht, von welcher je nach dem gewünschten Farbetone mehr oder weniger in den Holländer gebracht wird. Zugleich kann man den Ton durch einen Sodazusatz mehr ins Blaue und durch einen Säure- (Schwefelsäure-) zusatz mehr ins Rothe ziehen. Statt der Abkochung nimmt man häufig eine Auflösung des Kampecheholzextraktes.

Hellblau:

1 bis 2 kg schwefelsaure Thonerde; 1/4 Stunde später
1/2 bis 1 kg Eisenbeize; nach 10 Minuten
1/4 bis 1/2 kg gelbes Blutlaugensalz,
100 bis 200 g Schwefelsäure; nach 10 Minuten
75 bis 150 g Anilinblau.

Himmelblau:

3/4 kg schwefelsaure Thonerde,
200 g Anilinblau,
2 l Essigsäure.

Mittelblau:

2 bis 3 kg schwefelsaure Thonerde; 1/4 Stunde später
1 bis 2 kg Eisenbeize; nach 10 Minuten
1/2 bis 1 kg gelbes Blutlaugensalz,
200 bis 400 g Schwefelsäure,
200 bis 400 g Anilinblau.

Kornblumenblau:

4 1/2 kg schwefelsaure Thonerde; Erwärmen auf etwa 80° C.
2 kg Anilinblau,
2 l Essigsäure.

Tiefblau:

1. 3 bis 4 kg schwefelsaure Thonerde; 1/4 Stunde später
2 1/2 bis 5 kg Eisenbeize; nach 10 Minuten
1 1/4 bis 2 1/2 kg gelbes Blutlaugensalz,
400 bis 500 g Schwefelsäure,
400 bis 800 g Anilinblau.

2. 3 1/2 kg schwefelsaure Thonerde,
1500 g Anilinblau,
1 1/2 l Essigsäure.

Violettblau:

$2^1/_2$ kg essigsaure Thonerde; Erwärmen auf 80° C.
1 kg Anilinblau (röthliche Nüanze),
$^1/_2$ l Essigsäure.

Grünblau:

$1^1/_2$ kg essigsaure Thonerde; $^1/_2$ Stunde später
500 g Anilinblau (Lichtblau),
400 g Essigsäure,
50 g Methylgrün.

Violett:

1. $1^1/_2$ kg schwefelsaure Thonerde; $^1/_2$ Stunde später
$^1/_2$ kg Blauholzextrakt,
150 g Methylviolett.

2. 1 bis $1^3/_4$ kg schwefelsaure Thonerde,
$^3/_4$ bis $1^1/_2$ kg Blauholzextrakt,
125 bis 250 g Zinnsalz,
2 bis 4 kg Fernambuk,

3. 2 kg Alaun (eisenfrei),
200 g Methylviolett,
4 l Essigsäure.

4. 1 kg Weinsteinsäure; Erwärmen auf 60° C.
3 kg schwefelsaure Thonerde,
750 g Zinnsalz; $^1/_4$ Stunde später
10 kg Fernambuk,
2 kg Kampecheholzextrakt; nach $^1/_2$ Stunde
$1^1/_2$ kg Zinnsalz.

Lichtviolett:

$^1/_2$ kg schwefelsaure Thonerde; $^1/_4$ Stunde später
50 bis 60 g Berlinerblau,
100 bis 120 g Ammoniakkochenille,
30 g Zinnsalz mit einigen Tropfen Salzsäure geklärt.

Tiefviolett:

$3^1/_4$ bis $4^1/_2$ kg schwefelsaure Thonerde,
$^3/_4$ bis $1^1/_4$ kg Berlinerblau,
300 bis 500 g Fuchsin.

Dunkelviolett:

$3^1/_2$ bis $4^1/_2$ kg schwefelsaure Thonerde,
$^1/_2$ bis 1 kg Berlinerblau,
200 bis 400 g Fuchsin,
$^1/_2$ bis 1 kg Blauholzextrakt.

Rothviolett:

$1\frac{1}{2}$ bis $3\frac{1}{2}$ kg schwefelsaure Thonerde,
2 bis 5 kg Fernambuk,
100 bis 350 g Methylviolett.

Die vielfach verlangten Abtönungen von Violett ins Rothe oder Blaue erzeugt man sicher und leicht durch Fuchsin oder Anilinblau.

4. Grün.

Zur Erzeugung grün gefärbter Papiere werden fast ausschließlich blaue und gelbe Farben gemischt, da die grünen Erdfarben (Grünerde, Berggrün) nicht beliebt sind und die künstlichen grünen Mineralfarbstoffe, soweit sie aus Kupfer und Arsenik bestehen (künstliches Berggrün, Braunschweigergrün, Neuwiedergrün, Mineralgrün, Schweinfurtergrün) wegen ihrer hohen Giftigkeit unanwendbar erscheinen und aus anderen Materialien zum Theil auch höchst giftig sind oder gar keine Vorzüge vor gemischten Farben besitzen. — Am häufigsten gewinnt man die grünen Farben durch Mischen von Ocker oder Chromgelb mit Berlinerblau oder Ultramarin, von Gelbholzextrakt oder Querzitron mit Berlinerblau, Gelbholzabkochung mit Indigolösung, Pikrinsäure oder Naphtalingelb mit Anilinblau oder Indigolösung. Dann benutzt man in umfassender Weise das Methylgrün und die anderen Anilingrüne als selbstständige Pigmente. Vor Allem ist bei diesen Mischfarben neben dem quantitativen Verhältnisse auf die Reinheit und Nüanze der Hauptfarben zu achten und dabei zu berücksichtigen, daß diese, mit einem grünlichen Tone behaftet, sich besser zum Grünfärben eignen, als wenn sie röthlich nüanziren, also z. B. Ultramarin mit grünlichem Schimmer dem mit röthlichem vorzuziehen ist u. s. w.

Hellgrün:

50 g Ultramarin,
1 kg schwefelsaure Thonerde; $\frac{1}{2}$ Stunde später
60 bis 80 g Berlinerblau; dann die kalten Lösungen von
300 g Bleizucker,
120 g rothem Blutlaugensalze.

Resedagrün:

100 bis 150 g Eisenvitriol,
100 bis 150 g krystallisirte Soda,
50 bis 60 g Berlinerblau.

Lichtgrün:

$1\frac{1}{2}$ kg schwefelsaure Thonerde; $\frac{1}{4}$ Stunde später
150 bis 300 g Berlinerblau; 10 Minuten später
125 bis 275 g Gelbholzextrakt; 10 Minuten später
25 bis 60 g Methylgrün.

Blattgrün:

3½ kg schwefelsaure Thonerde; ½ Stunde später
1⅓ kg Gelbholzextrakt (in Tafeln); Erwärmen der Masse auf 50° C.; darauf
3 kg Indigoextrakt,
50 g Methylgrün,
40 g Pikrinsäure, mit etwas Essigsäure belebt.

Diese Zusammenstellung eignet sich besonders zum Färben von Blumenpapier, weil sie volle, satte Töne hervorbringt. Durch verhältnißgleiche Vermehrung der in derselben vorhandenen Materialien werden die Töne vom Hellen ins Dunkele abgetieft; durch erhöhten Zusatz von Pikrinsäure oder Indigoextrakt die Farbe ins Gelbliche oder Bläuliche gezogen.

Tiefgrün:

5 kg schwefelsaure Thonerde; ½ Stunde später
5 kg Gelbholzextrakt,
3½ kg Indigokarmin in Schwefelsäure gelöst; Erwärmen auf 60° C.
250 g Blauholzextrakt,
450 g Eisenvitriol.

Olivengrün:

5 kg Gelbholzextrakt,
1 kg Blauholzextrakt; Erwärmen auf 60° C.
¾ kg Eisenvitriol,
¼ kg Kupfervitriol.

Meergrün:

75 g rothes chromsaures Kali,
200 g Bleizucker; 10 Minuten später
150 bis 200 g Berlinerblau.

5. Grau und Schwarz.

Das Schwarzfärben des Papiers beruht fast ausschließlich auf der Hervorbringung schwarzer Verbindungen auf den Fasern, da nur selten eine Tränkung der letzteren mit Anilinschwarz (Nigrosin) und wohl niemals die Anwendung der festen, schwarzen Farbstoffe (Ruß, Kohle rc.) in Betracht kommt.

Da nun schwarze Verbindungen einerseits durch Einwirkung von Gerbstoff auf Eisensalze, andererseits durch Blauholzextrakt auf Eisen-, Chrom- und Kupfersalze entstehen, so benutzt man zum Schwarzfärben entweder Gerbstoffauflösungen und Eisensalze, oder Blauholzbrühe mit den genannten Metallsalzen.

Die Bildung schwarzer Pigmente durch die Einwirkung von Gerbstoff auf Eisensalze rührt von der in den Gerbstoffen vorhandenen Gerbsäure her, die mit Eisensalzen „Tannate" liefert, die, bei der Entstehung sehr verschieden, unter bestimmten Verhältnissen aber übereinstimmende Resultate geben. Indem nämlich Gerbstoffauflösungen auf oxydfreie Eisenoxydulsalze einwirken, entsteht ein

weißer Niederschlag, der bei Ausschluß oxydirender Mittel sich nicht ändert, aber schon bei Zutritt des atmosphärischen Sauerstoffes sich dunkel färbt, weil sich durch den Oxydationsprozeß das Oxydul in Oxyd verwandelt. Mischt man dahingegen die Gerbstofflösungen mit Eisenoxydsalzen, so bildet sich das Oxydtannat sofort unter schwarzblauer Färbung des Gemenges. Es ist demnach sowohl mit Eisenvitriol (schwefelsaurem Eisenoxydul), als mit Eisenbeize (salpetersaurem Eisenoxyd), S. 251, die Schwarzfärbung möglich, nur mit dem Unterschiede, daß mit den letzten Ingredienzien der Vorgang sich schneller vollzieht. Am zweckmäßigsten von allen Eisenverbindungen hat sich das holzessigsaure Eisen (S. 252) erwiesen und zwar deshalb, weil sich dieses Salz schnell an der Luft oxydirt und außerdem eine schwache Säure enthält, welche die Tannatbildung begünstigt. Man bereitet sich dieses Eisensalz nach der oben (S. 252) gegebenen Vorschrift. In der Wahl der Gerbstoffe hat man insofern einen weiten Spielraum, als eine Menge Pflanzen und Pflanzentheile genügende Quantitäten Gerbstoff enthalten, um hier brauchbar zu sein. Man legt aber bei der Hervorbringung einer tiefschwarzen Färbung mit Recht Gewicht auf jene Pflanzentheile, welche zugleich gelbe Pigmente enthalten, weil diese den Ton besonders satt machen. Gewöhnlich benutzt man daher hier Abkochungen von Gelbholz, Querzitron oder Wau in Verbindung mit Katechu und Kampecheholzextrakt; in anderen Fällen kommen in Anwendung: Sumach, Eichenrinde, Galläpfel, Ellernrinde u. dergl.

Das in dem Kampecheholzextrakte enthaltene Chromogen, „Hämatoxylin“, wirkt ebenfalls als eine schwache Säure und giebt mit Eisensalzen bläulich schwarze, mit Chromsalzen intensiv schwarze, mit Kupfersalzen anfangs braune, später blau werdende Verbindungen, die für sich oder oft zur Nüanzirung mit obigen Gerbstoffreaktionen als auch mit sonstigen, namentlich blauen oder gelben Pigmenten zur Anwendung gelangen.

Graue Farben können als lichthelle Nüanzen von Schwarz angesehen und daher auch mit schwarzgebenden Pigmenten, in den diesen eigenthümlichen Abtönungen nach blau, braun, gelb, roth, violett und grün, leicht erzeugt werden.

Grau:

1 bis 5 kg Gerberlohe, mit dem fünffachen Wasser gekocht,
50 bis 250 g Soda; 1/4 Stunde später
1 bis 5 kg holzessigsaures Eisen, oder
1/2 bis 2 1/2 kg Eisenvitriol.

Röthlichgrau: Die vorstehende Mischung mit einem nachträglichen Zusatz von 1/2 kg schwefelsaurer Thonerde und 1/4 Stunde später Rothholzabkochung, so viel wie für den Ton erforderlich ist.

Grüngrau: Die vorstehende Mischung von Grau mit einem Zusatz von Querzitron.

Blaugrau:

1/2 bis 1 1/2 kg schwefelsaure Thonerde,
150 bis 1500 g Blauholzextrakt,
1/2 bis 2 1/2 kg Eisenbeize,
Berlinerblau nach Bedürfniß.

Silbergrau:

1 bis $2\frac{1}{2}$ kg Sumach; mit dem fünffachen Wasser gekocht, $\frac{1}{4}$ Stunde später

150 bis 1500 g Blauholzextrakt; 5 Minuten später

$\frac{1}{4}$ bis $1\frac{1}{2}$ kg holzessigsaures Eisen oder Eisenvitriol.

Gelblichgrau:

$\frac{1}{2}$ bis 3 kg Katechu in heißem Wasser gelöst,

$\frac{1}{4}$ bis $1\frac{1}{2}$ kg Eisenvitriol,

75 bis 500 g Kupfervitriol,

50 bis 250 g krystallisirte Soda.

Taubengrau:

$\frac{3}{4}$ kg schwefelsaure Thonerde; $\frac{1}{2}$ Stunde später

150 g Nigrosin, in Wasser gelöst.

Isabellengrau:

250 g schwefelsaure Thonerde; $\frac{1}{4}$ Stunde später

1 bis 2 l Blauholzfarbe,

100 bis 200 g Eisenvitriol,

30 bis 60 g Berlinerblau.

Dunkelgrau:

1 bis 3 kg Sumach; mit dem fünffachen Wasser gekocht, $\frac{1}{4}$ Stunde später

1 bis 3 kg holzessigsaures Eisen von 10° B.,

$\frac{1}{4}$ bis $1\frac{1}{2}$ kg Katechu,

100 bis 500 g Blauholzextrakt; auf 50° C. erwärmt, dann

100 bis 500 g rothes chromsaures Kali.

Schwarz:

$7\frac{1}{2}$ kg Eisenvitriol; $\frac{1}{2}$ Stunde später

4 kg Kampecheholzextrakt.

Blauschwarz: Dieselbe Mischung; nur geht ein Beizen mit $1\frac{1}{2}$ kg schwefelsaurer Thonerde vorher.

Tiefschwarz:

10 kg Gerberlohe mit fünffachem Wasser gekocht,

250 g Gelbholzextrakt; $\frac{1}{4}$ Stunde später

20 kg holzessigsaures Eisen von 10° B.,

$2\frac{1}{2}$ kg rothes chromsaures Kali; Erwärmen auf 50° C. und gründliches Waschen, darauf

6 kg Kampecheholzextrakt,

$1\frac{1}{4}$ kg Querzitronextrakt.

Reinschwarz:

$4\frac{1}{2}$ bis 5 kg Kampecheholzextrakt,

1 kg Querzitronextrakt; $\frac{1}{4}$ Stunde später

2 kg rothes chromsaures Kali.

Sehr tiefes Schwarz:

4½ kg Kampecheholzextrakt,
1 kg Gelbholzextrakt; Erwärmen auf 50° C.,
1½ kg rothes chromsaures Kali,
1 kg Kupfervitriol; 10 Minuten später
1 kg Kampecheholzextrakt,
¼ kg Querzitronextrakt.

Abadie schlägt (Dingler's pol. Journ. **221**, 391) vor, das Schwarzfärben allein mit Kupfervitriol und Kampecheholzextrakt auszuführen und zwar durchschnittlich auf 1 Thl. Kupfervitriol 2 Thle. Kampecheholz zu nehmen, dafür aber das zur Zersetzung der Harzseife nothwendige Thonerdesalz fortzulassen, weil das Kupfersalz gleichzeitig diese Reaktion zu bewirken im Stande sei, wenn es sich nur um die Färbung der ordinären Papiere handele, bei welchen die Leimung eine viel geringere Rolle spiele.

In sehr ausführlicher Weise behandelt diesen Theil der Stoffzubereitung Erfurt in einem besonderen Werke: „Das Färben des Papierstoffes, Berlin 1881“, dem zum Theil obige Vorschriften entnommen sind.

Dritter Abschnitt.

Anfertigung des Papiers.

Die den Ganzstoff bildenden feinen und oft nur einige Millimeter langen Fasern können erfahrungsmäßig leicht zu einer fest zusammenhängenden Masse vereinigt werden, wenn man sie in der Weise mit einander verschlingt, wie man Haare zur Bildung von Filz veranlaßt: weshalb auch der zur Erzeugung von Papier stattfindende Vorgang passend Verfilzung genannt wird. - Während jedoch zur Anfertigung von Filz aus Haaren, wegen der eigenthümlichen Beschaffenheit der letzteren, ein sehr kräftiges mechanisches Durchquetschen der feuchten Haarmasse erforderlich ist, reicht es zur Verfilzung der in Wasser schwimmenden Papierfasern aus, dieselben unter allmählicher Entfernung des Wassers nur so lange durch einander zu rütteln, bis sie ihre Beweglichkeit vollständig eingebüßt haben. Wird dieser Vorgang zugleich unter Umständen vollzogen, welche eine regelmäßige Vertheilung einer bestimmten Fasermenge über eine abgemessene Fläche herbeiführen, indem das Wasser durch diese Fläche hindurch abgesondert wird, und verhindert man bei der späteren Beseitigung des durch Kapillarität zwischen den Fasern angesogenen und festgehaltenen Wassers vermittelst eines entsprechenden Druckes eine Lagenveränderung der Fasern, so entsteht ein zusammenhängender, blatt- oder tafelförmiger Körper, dessen Größe von der Größe der wasserentziehenden Fläche, und dessen Dicke von der Menge der über einander gelagerten Fasern, also von der Menge und Konzentration des aufgebrachten Ganzstoffes abhängt und bestimmt wird.

Einem solchen Vorgange verdankt daher das Faserpapier seine Entstehung und demselben entsprechend setzt sich die Anfertigung eines Papierblattes aus folgenden Arbeiten zusammen:

1. Bildung der passenden Mischung von Papierstoff mit Wasser.
2. Aufbringen dieser brei- oder milchartigen Mischung auf wasserdurchlassende Flächen, nebst Abscheidung des Wassers unter Durcheinanderbewegung der Fasern.

3. Entziehung des Kapillarwassers unter Druck durch Pressen, und durch Verdunsten.

Zur Ausführung dieser Arbeiten kann man sich entweder einfacher, mit der Hand in Thätigkeit gesetzter Werkzeuge oder selbstthätig wirkender mechanischer Vorrichtungen (Maschinen) bedienen und danach Handfabrikation mit dem Erzeugniß Handpapier (papier à la main, *hand made paper*) und Maschinenfabrikation mit dem Erzeugniß Maschinenpapier (papier mécanique, *machine made paper*) unterscheiden.

Erstes Kapitel.

Anfertigung des Handpapiers.

Wenn auch die Handarbeit immer mehr und mehr gegen die Maschinenarbeit zurücktritt, weil diese sich in bedeutend höherem Grade zur Massenproduktion eignet, so bedarf sie hier doch einer eingehenderen Erörterung, da sie nicht nur die Grundlage der Maschinenarbeit enthält, sondern in neuester Zeit sogar wieder an Ausdehnung zunimmt.

I. Schöpfen.

Wie schon oben hervorgehoben, muß der fertige Stoff in einem bestimmten Verhältniß in Wasser vertheilt sein, damit eine abgemessene Menge dieses Gemisches ein bestimmtes Gewicht Fasern enthält. Um diese Mischung mit der erforderlichen Sicherheit und Bequemlichkeit vornehmen zu können, wird zunächst der fertige Ganzstoff ohne Weiteres aus dem Holländer oder, bei größeren Betrieben, aus einem großen, mehrere Holländerfüllungen (Holländerleeren, pilée, *chest-full*) aufnehmenden Behälter (Zeugkasten, Stoffkasten, caisse de dépôt, *stuff-chest*) in denjenigen Trog gelassen, aus welchem er weggearbeitet wird, und in demselben durch Zusatz von Wasser auf das verlangte Mischungsverhältniß gebracht. Dieser Trog, der den Namen Bütte (cuve, *vat*) führt und dem Handpapier auch die Benennung Büttenpapier (papier à la cuve) gegeben hat, ist von runder, ovaler oder viereckiger Form, gewöhnlich aus Holz, mitunter aus Stein oder Beton hergestellt von 0,75 m Tiefe und 1,5 bis 2,0 m Durchmesser beziehungsweise Seite. Sein oberer Rand ist ringsum mit einer nach dem Inneren geneigten Einfassung (Traufe) versehen, von der das etwa verschüttete Zeug stets in die Bütte zurückläuft. Man stellt letztere in solcher Höhe auf, daß die Traufe sich etwa 1 m über dem Stande (Tritt, Büttenstuhl, nageoire, *stand*) des an der Bütte beschäftigten Arbeiters (Büttgeselle, Schöpfer, ouvreur, plongeur, puiseur, *dipper*, *vat-man*) befindet.

Wenn man nicht unbezahlbar viel Zeit auf das Sortiren der Hadern verwenden und andererseits nicht einen großen Verlust an Fasern durch weitgehendes Mahlen herbeiführen will, ist es unmöglich, im Holländer einen Stoff herzustellen, der frei von Nähfäden und Knoten ist, weil diese sich außerordentlich schwierig zerkleinern lassen. Da aber solche Knoten ꝛc. das Papier in hohem Grade verunstalten würden, wenn man sie nicht entfernt, und da ihre Entfernung aus dem fertigen Papiere sehr mühsam und kaum ohne Hinterlassung von Spuren oder Löchern möglich ist, so muß es Regel sein, diese allgemein mit dem Namen Knoten bezeichneten Theile vor Verarbeitung des Stoffes abzuscheiden. Erfolgreich kann diese Abscheidung nur dadurch erreicht werden, daß man den Stoff durch Siebe laufen läßt, welche die Knoten zurückhalten, ohne die Fasern am freien Durchgange zu hindern oder zusammenzuballen. Die einfachste Anordnung eines solchen Siebes besteht aus einem 400 mm weiten und 750 mm hohen Zylinder aus Drahtgewebe, der oben und unten durch Ringe und in der Länge durch Stangen abgesteift, aufrecht in der Bütte befestigt und mit Stoff beschickt wird. Durch einen aus einer vertikalen Welle mit acht Schaufeln gebildeten Rührapparat, der in die Mitte der Siebtrommel vertikal eingesetzt und etwa 60- bis 70 mal in der Minute in Schwingung gebracht wird, gelangt sodann die Fasermasse in die Bütte, während die Knoten im Inneren der Trommel zurückbleiben, um von Zeit zu Zeit durch eine am Boden dieser, Knotenmaschine genannten, Vorrichtung entfernt zu werden. — Andere in Vorschlag gebrachte Knotenmaschinen (s. unter Papiermaschinen) haben diese einfache Anordnung nicht verdrängt; doch ist es ohne Frage von Vortheil, das Sieb statt aus Drahtgewebe aus dreieckigen Stäben zusammenzusetzen, die in einem Abstande von 0,5 mm im Kreise so angeordnet sind, daß sie nach außen sich erweiternde Durchgangsöffnungen bilden, die sich weniger leicht verstopfen.

Zum Ausbringen einer bestimmten Menge von dem in der Bütte vorhandenen, gewöhnlich bis zum milchigen Ansehen verdünnten Faserbrei auf das zum Abseihen des Wassers dienende Sieb können zwei Wege eingeschlagen werden, indem man entweder die Masse mittelst eines ausgemessenen Gefäßes über das Sieb gießt, oder indem man dieses in den Brei einsenkt und durch Emporheben in horizontaler Lage damit bedeckt. Da durch die erste Methode eine gleichförmig dicke Schicht auf der Siebfläche nicht erhalten werden kann, so ist allein die letztere in Gebrauch und mit dem Namen Schöpfen (puiser, plonger, *dip*, daher papier puisé) belegt. Man bedient sich dabei eines vollkommen eben auf einem viereckigen, hölzernen Rahmen gespannten Siebes aus Messingdraht von der Größe (Format) des darzustellenden Papierbogens, das Form (Papierform, forme, moule, *mould*, daher papier à la forme) genannt und von dem Arbeiter (Schöpfer) in der Weise gehandhabt wird, daß er dasselbe senkrecht in dem Bütteninhalt untertaucht, dann vorsichtig in die horizontale Lage bringt und in dieser Lage aufhebt. — In dem Augenblicke, in welchem die Form aus der Masse heraustritt und das Wasser durch das Sieb abzulaufen beginnt, muß der Arbeiter zum Zwecke der Verfilzung der Form eine schüttelnde Bewegung ertheilen und diese so lange erhalten, bis eine zusammenhängende blattartige Masse entstanden ist. Um nun sowohl einerseits dieses Schütteln zu

ermöglichen, ohne daß der Papierbrei von der Form herunterläuft und um andererseits zu erreichen, daß die letztere bis zu einer bestimmten Höhe, also mit einer abgemessenen, der Bogendicke entsprechenden Menge bedeckt wird, legt der Schöpfer, bevor er die Form untertaucht, auf dieselbe einen Rahmen (Deckel, couverte, *deckle*), welcher in solcher Höhe übersteht, daß von dem Siebe und dem Deckel ein flaches Gefäß gebildet wird, das sich beim Ausheben aus der Bütte füllt. — Der Bogen, welcher durch die Entfernung des Wassers gebildet werden soll, entsteht um so schneller, je eher das Wasser abläuft, weshalb es sehr erwünscht ist, das Ablaufen möglichst zu begünstigen und zwar zunächst durch große Siebmaschen. Indem sich hierbei die Fasern in die Maschen hineinziehen, drücken sich die Drähte des Siebes dauernd auf das Papier ab und ertheilen ihm ein kleinkarrirtes, sogenanntes geripptes Ansehen, weshalb man diese Form eine gerippte (forme vergée, forme à verjure, *laid mould*) und das damit erzeugte Papier geripptes Papier (papier vergé, papier à verjure, *laid paper*) nennt. Da ein solches Ansehen bei kleinen Maschen nicht entstehen kann, so werden zur Erzeugung nicht gerippter (glatter) Papiere feinmaschige Formen genommen, welche zwar mehr Zeit für die Bogenbildung in Anspruch nehmen, aber ein sehr vollkommenes Produkt hervorbringen, das wegen seiner Aehnlichkeit mit Pergament (Velin) den Namen Velinpapier (papier velin, *vellum paper*, *wove paper*) erhalten und der Form die Benennung Velinform (forme à velin, *wove mould*) gegeben hat. — Die Papierform muß vor Allem ein vollkommen ebenes Sieb besitzen, um zu vermeiden, daß sich an tiefer liegenden Stellen mehr Fasern ansammeln und hier dickere Partien im Papiere bilden. Um diese Ebene zu erhalten, ist es nothwendig, das Sieb auch innerhalb des Rahmens zu unterstützen, weshalb zwischen den Langseiten des letzteren hölzerne Stäbe (Stege, pontuseaux, *cross-pieces*) in 2,5 bis 3,0 cm Abstand ausgespannt sind, welche, dem Siebe zugekehrt, messerartig scharf auslaufen, um dem Durchtritte des Wassers nicht hinderlich zu sein, und mit den Oberkanten sämmtlich in einer Ebene liegen. — Der Deckel der Form ist so anzuordnen, daß er während des Gebrauches unabänderlich festliegt, keinen Stoff festhält und ein seitliches Durchlaufen des Stoffes unmöglich macht; er greift daher mit dem Falz über den Rahmen, senkt sich sanft nach innen und besitzt nur abgerundete Kanten. — Die Siebfläche einer gerippten Form wird durch Messingdrähte gebildet, welche 0,5 mm Dicke haben, genau parallel in einem Abstande von 0,5 mm zwischen den Schmalseiten des Rahmens als sogenannte Bodendrähte (verjure, *laid wire*) ausgespannt und dadurch an einer Verschiebung verhindert werden, daß man in passenden Entfernungen, unmittelbar über den Stegen, dünne Drähte durchzieht, welche dieselben binden (Bindedrähte, manicordion, *binding wire*). Mit sogenannten Nähdrähten wird dann die Siebfläche auf den Stegen und mit rund herumlaufenden Messingblechstreifen und plattköpfigen Nägeln auf dem Rahmen befestigt. — Zweckmäßiger und daher mehr in Gebrauch sind die Doppelformen, welche sich von den eben beschriebenen wesentlich dadurch unterscheiden, daß das eigentliche Sieb nicht auf den Stegen direkt aufliegt, sondern durch ein System paralleler Drähte getragen wird, welche etwa 3 mm von einander abstehen, über den Stegen durch

Bindedrähte gebunden und auf denselben durch Nähdrähte befestigt sind. Um dabei ferner zur Förderung eines überall gleichmäßigen Abfließens des Wassers das eigentliche Sieb von dem unteren Gitter etwas entfernt zu halten, liegen zwischen diesen beiden zu den Stegen parallel noch Drähte von 0,5 mm Stärke, welche mit sehr feinem Nähdrahte sowohl mit dem oberen Siebe als dem unteren Gitter zusammengenäht sind. Bei diesen Doppelformen werden jene eigenthümlichen Fehler im Papiere vermieden, welche Schatten heißen, als Streifen neben den hellen, durch die Bindedrähte gebildeten Linien herlaufen und durch eine Anhäufung von Stoff neben den Bindedrähten entstehen, wenn diese unmittelbar über den Stegen liegen. — Die Velinformen unterscheiden sich von den Doppelformen nur dadurch, daß das obere Sieb aus Drahtgewebe (toile) hergestellt ist, das aus Draht von 0,25 mm Dicke entweder wie Leinwand oder auch geköpert so locker gewebt wird, daß 20 bis 25 Drähte auf 1 cm gehen, also Maschen von 0,5 bis 0,4 mm Weite entstehen, von denen 361 bis 576 auf 1 qcm kommen. — Da alle auf dem Formsiebe vorhandenen Erhöhungen im Papiere dünnere und daher durchsichtigere, helle Stellen verursachen, so benutzt man diese Thatsache zur Hervorbringung jener unter dem Namen Wasserzeichen (filagramme, marque, filigrane, *watermark*) bekannten Figuren, Namen, Ziffern &c., indem man diese Figuren mit sehr dünnem Drahte in das Formsieb hineinstickt, oder aus Draht gebogen und zusammengelöthet aufnäht.

Da Wasser sich beim Erwärmen ausdehnt und in Folge dessen dünnflüssiger wird, so benutzt man auch diese Eigenschaft, um das Ablaufen desselben zu begünstigen, indem man den Bütteninhalt erwärmt. Zugleich wird durch eine solche Erwärmung erreicht, daß der Schöpfer anhaltend ohne das Gefühl der Kälte mit den entblößten Armen in dem Papierbreie arbeiten kann, und daß sich die Fasermasse weniger leicht ausscheidet, weil eine bemerkenswerthe Bewegung durch die von einer Stelle ausgehende Wärme hervorgebracht wird. Man bewirkt die Erwärmung entweder dadurch, daß man der Arbeitsstelle gegenüber, in der halben Höhe der Bütte, von außen her einen kupfernen Zylinder (die Blase, pistolet, *copper*) von etwa 370 mm Durchmesser und 600 mm Länge einschiebt, der im Inneren einen Rost besitzt, auf dem ein Kohlenfeuer unterhalten wird, dessen Verbrennungsprodukte in einen Kamin treten; oder zweckmäßiger durch ein um oder in die Bütte gelegtes System von Dampfröhren, welches mit einem Dampfkessel in Verbindung steht. Um die in großer Reinlichkeit und leichter Regulirbarkeit bestehenden Vortheile der Dampf- oder Warmwasserheizung auch dann zu gewinnen, wenn ein Dampfkessel nicht vorhanden ist, kann man sich mit günstigem Erfolge eines Wasserbades oder Warmwasserofens bedienen, der zugleich den Arbeitsraum (Büttkammer) heizt.

Indem bei jedem Ausheben der Form aus der Bütte dieser eine gewisse Menge Fasern entnommen wird, während das Wasser zurückfließt, verliert der Bütteninhalt immer mehr und mehr an Konsistenz, weshalb in gewissen Zeitperioden Stoff von größerer Konsistenz durch die Knotenmaschine nachgefüllt werden muß. Um dieses Nachfüllen mit großer Regelmäßigkeit zu bewirken, ist es vielfach Gebrauch, eine Pumpe zu Hülfe zu nehmen, welche den Stoff in abgemessenen kleinen Portionen in die Knotenmaschine pumpt. Diese nur 50 mm

weite Pumpe steht in der Regel neben der Bütte in einem trichterförmigen (nach unten verengten) Kasten, dem der Stoff aus dem Zeugkasten durch ein Rohr mit Ventil zufließt; ihre Kolbenstange hängt so an einem schwingenden Hebel, daß man zur Regulirung des Pumpenkolbenhubes den Angriffspunkt verlegen und somit genau die durch jeden Hub der Bütte zugeführte Stoffmenge abmessen kann. — In der Regel wird bei der Anwendung der Knotenmaschine mit Pumpe im Inneren der Bütte, zur Erhöhung der Mischung eine horizontale Flügelwelle angebracht, die etwa 120 Schwingungen in der Minute ausführt und dadurch ein fortwährendes Durchrühren verursacht.

II. Kautschen.

Die durch Schöpfen und Schütteln gewonnene, auf der Form liegende, dünne Schicht ist durch den großen Wassergehalt noch so weich, daß die nunmehr folgende Abnahme von der Form nur in der Weise vorgenommen werden kann, daß man sie in der ganzen Ausdehnung gegen einen Körper drückt, zu dem sie eine größere Adhäsion besitzt als zu der Form. Dieser Körper nimmt aus leicht begreiflichen Gründen das Papierblatt leicht auf, wenn er sich an dasselbe anzuschmiegen und zugleich demselben Wasser zu entziehen vermag, weil dadurch ein Ansaugen erfolgt. Demnach eignet sich zum Abnehmen vorzüglich ein dichtes Gewebe von schwammiger Beschaffenheit mit rauher Oberfläche, welches aus grobem Wollgarne locker nach Köperart gewebt, durch schwaches Walken filzartig verdichtet ist und Papiermacherfilz (feutre, flôtre, *felt*) genannt wird. Zum Gebrauche legt man den Filz, der etwas größer als der abzulegende Papierbogen zugeschnitten ist, auf ein starkes viereckiges, auf einem Tische ruhendes Brett (Büttenbrett, trapan) und bedeckt ihn mit der umgewendeten, d. h. den Papierbogen unten tragenden, von dem Deckel befreiten Form, die, darauf mit einem Ruck angedrückt und von einer Kante herabgehoben, das Papierblatt auf dem Filze zurückläßt. Indem nun in dieser Weise wiederholt auf das Papierblatt wieder ein Filz, auf diesen wieder ein Papierblatt gelegt wird, entsteht allmählich ein Haufen, welcher den Namen Pauscht (Bauscht, porse, *post*) führt. — Zur Beschleunigung des Ablegens des Bogens auf den Filz, welches Kautschen oder Gautschen (coucher, *coutch*) genannt wird, steht neben dem Schöpfer noch ein zweiter Arbeiter (Kautscher, Gautscher, coucheur, *coucher*), welcher mit dem Schöpfer in der Art zusammen arbeitet, daß letzterer nur die Form eintaucht, aufhebt, schüttelt, rasch auf dem Stege dem Kautscher zuschiebt und den Deckel in den Händen behaltend, eine mittlerweile frei gewordene Form mit dem Deckel bedeckt und die Manipulation wiederholt, während der Kautscher in derselben Zeit eine hingeschobene Form zuerst zum Abtropfen an eine Lehne (Esel, égoutoir, *ass*) stellt, dann kautscht, einen neuen Filz auflegt und die leere Form dem Schöpfer auf dem Stege wieder zuschiebt. — Dieses Zusammenarbeiten mit Hülfe zweier gleicher Formen und eines Deckels macht es möglich, daß in einer Stunde 400 bis 500 Bögen mittlerer Größe angefertigt werden können.

III. Pressen.

Um zu verhindern, daß die zur Verfilzung gebrachten Fasern ihre Lage ändern und um zugleich eine weitere Entfernung des Wassers, somit eine bedeutende Zunahme an Festigkeit zu bewirken, wird der Pauscht, der gewöhnlich aus 181 Bogen und 182 Filzen besteht, einem starken Drucke unter einer Presse (Büttenpresse, presse de cuve, *vat-press*) ausgesetzt (Pressen im befilzten Pauscht, porse-feutre, *felt-post*), die in der Regel als Schraubenpresse, oft in neu eingerichteten Fabriken als hydraulische Presse konstruirt ist und, von der Hand mittelst langer Preßbengel oder durch Transmission von einer Kraftmaschine in Thätigkeit gesetzt, so stark während 3 bis 4 Minuten zur Wirkung gebracht wird, daß der Pauscht kein Wasser mehr entläßt. Die damit erzielte Festigkeit reicht aus, um nach diesem Pressen die Bogen ohne Gefahr von den Filzen trennen zu können. Deshalb wird auch sofort nach dem Pressen durch einen dritten Arbeiter (Leger, leveur, *layer*, *lifter*) der Pauscht aus einander genommen, Filz auf Filz und Bogen auf Bogen gelegt und dadurch ein Filzstapel gebildet, der dem Kautscher wieder zugestellt wird, sowie ein Papierstoß hergestellt, welcher den Namen weißer Pauscht (porse blanche, *white post*) führt.

Die selbst durch den Druck der Presse bedeutend gesteigerte Auffaugefähigkeit der Filze reicht doch nur in einzelnen Fällen aus, dem Papiere so viel Wasser zu entziehen, daß man es ohne Weiteres dem Trocknen unterwerfen kann, weil es in Folge des Wassergehaltes Rauhigkeiten und Unebenheiten annimmt, welche später nur schwierig zu entfernen sind. Aus dem Grunde ist es geboten, das Pressen bei gewöhnlichen Papieren mindestens einmal, bei feineren zwei- bis viermal im weißen Pauscht in der Weise zu wiederholen, daß man zwei bis zehn Pauschte auf einander liegend in eine Presse von gleicher Konstruktion (Naßpresse, presse humide, *wet-press*) bringt, nachdem man vor jeder Pressung die Bogen in anderer Ordnung aufschichtet (Austauschen, échanger, *parting*), um eine gleichmäßige Pressung und dadurch Glättung zu erzeugen.

IV. Trocknen.

Es ist ausgeschlossen, durch Pressen das Wasser aus dem Papiere so weit zu entfernen, daß das letztere für trocken gelten kann; es ist vielmehr erfahrungsgemäß die Beseitigung des letzten Theiles des Wassers nur durch Trocknen (sechage, *drying*) in besonderen Trockenräumen zu erreichen, in welchen das Papier in Schichten von drei bis fünf Bogen (Lage, jetée, *page*) über Schnüre gelegt (Hängen) werden, welche in diesen Räumen ausgespannt sind. Diese Schnüre müssen aus Stoffen erzeugt sein, welche nicht nur dem Papiere keine Flecken u. dergl. geben, sondern der Feuchtigkeit auch lange Widerstand leisten

(nicht faulen). Aus dem Grunde sind Hanf- oder Flachsschnüre wenig beliebt, sondern hauptsächlich Schnüre aus Kokosnußbast oder neuseeländischem Flachs in Gebrauch. Vorzüglich eignen sich zu diesem Zwecke die langen Schößlinge des Stuhlrohres oder spanischen Rohres, sowie Schnüre aus Pferde- und anderen Haaren. — Zum Aufhängen bedient sich der Arbeiter einer T förmigen Krücke (Riesgehänge, ferlet, *peel*), mit welcher er in einer Stunde etwa 800 bis 900 Lagen, also jede Lage zu 5 Bogen 4000 bis 4500 Bogen aufhängen kann. Das Trocknen des Papiers muß in so fern behutsam vorgenommen werden, als ein rasches Trocknen zu vermeiden ist, weil hierdurch leicht Runzeln und Beulen entstehen. Die Trockenräume sind daher auch nur in seltenen Fällen, z. B. bei andauernd nasser oder kalter Witterung, mäßig (15 bis 18° C.) erwärmt. Die allgemein beobachtete Erscheinung, daß trockene Kälte die Weiße der Hadern erhöht, zeigt sich auch hier, weshalb vielfach das Papier im aufgehängten Zustande dem Durchfrieren ausgesetzt wird.

V. Leimen.

Aus Gründen, welche bereits S. 232 ausführlich erörtert sind, muß der größten Menge des verbrauchten Papiers die Eigenschaft des Löschens dadurch genommen werden, daß man die Fasern vermittelst des sogenannten Leimens (colle, *size*) so an einander klebt, daß die sämmtlichen dazwischenliegenden Poren verstopft werden. Da die leimende Flüssigkeit, in der Bütte der Papiermasse zugesetzt, bald die Form verstopfen, besonders aber die Filze schnell unbrauchbar und daher nach jeder Benutzung eine Reinigung derselben durch Auswaschen nothwendig machen würde, so wird in der Handpapierfabrikation selten der Leim vor dem Schöpfen dem Stoffe zugesetzt, sondern gewöhnlich das Leimen mit dem fertigen Bogen nach dem Trocknen vorgenommen (Bogenleimung). Zur Ausführung derselben bedarf es einer Flüssigkeit, welche nicht nur leicht in die Poren des Papiers eindringt und in denselben erhärtend, die Fasern zusammenklebt, sondern einmal hart geworden, nicht mehr von Wasser gelöst wird. Trotzdem der schon 1826 von Illig erfundene Harzleim (S. 237) diese Eigenschaften besitzt, hat derselbe zur Bogenleimung keine Anwendung gefunden, hauptsächlich deshalb, weil diese Leimung zwei Operationen fordert. Es ist vielmehr zur Bogenleimung ausschließlich die von altersher bewährte Lösung von thierischem Leime in Gebrauch, die durch einen Zusatz von Alaun ebenfalls die oben genannten Eigenschaften erhält.

Da diese Leimflüssigkeit fast in allen Gebrauchsfällen durchaus farblos sein muß, um dem Papiere kein schmutziges Ansehen zu geben, und der gewöhnliche käufliche Leim eine farblose Flüssigkeit nur bei großer Reinheit und daher hohem Preise liefert, so ist es gebräuchlich, die Leimlösung in den Fabriken selbst aus dem sogenannten Leimgute herzustellen. Hierunter versteht man jene Stoffe im Thierkörper, welche die Grundsubstanz der Knochen, der inneren und äußeren Häute, der Bänder, Sehnen, Gelenkkapseln u. s. w. bilden, als Rohmaterial in

der Form von Abfällen der Gerberei, von enthaarten Hasen-, Kaninchen-, Hunden-, Katzenfellen u. s. w., Ochsen- und Kalbsfüßen gewonnen werden und die Eigenschaft besitzen, sich durch Kochen mit Wasser in eine stark klebende, in der Kälte zu einer zitternden Masse (Gallerte) erstarrende, durch Austrocknen in eine harte spröde, in kaltem Wasser aufquellende, in heißem Wasser lösliche Substanz (Leim oder Gelatine) zu verwandeln. Zur Gewinnung dieses Leimes muß das Leimgut zunächst von Fett u. dergl. befreit werden, was dadurch geschieht, daß man dasselbe erst einige Zeit (15 bis 20 Tage) in Kalkmilch legt (der man zweckmäßig etwas Chlorkalk beimengt, um die Masse zu bleichen) und dann in Wasser gehörig wäscht. Nach solcher Reinigung wird dieser sogenannte Rohleim (der übrigens getrocknet in Vorrath gehalten werden kann) in Wasser gekocht und zwar entweder in offenen, eingemauerten Kesseln über freiem Feuer oder in geschlossenen Kesseln mit Dampf. Weil beim Kochen in offenen Kesseln die Leimbildung nur langsam vor sich geht, langes Kochen aber wieder die Klebkraft des Leimes beeinträchtigt, so ist das Kochen mit Dampf vorzuziehen, da die Ausbeute größer und die Kochzeit bedeutend abgekürzt wird. Man bedient sich hierzu einfacher zylindrischer Kocher oder auch nur hölzerner, mit Blei- oder Zinkblech ausgeschlagener Bottiche, in welchen etwa 10 cm über dem Boden eine Siebplatte angebracht ist, welche das Leimgut trägt und unter der sich ein Dampfzuströmungsrohr befindet. Beim Gebrauche werden diese Bottiche oder Kocher, nachdem sie mit Leimgut beschickt sind, mit Deckel gut verschlossen. Der einströmende Dampf von mäßiger Spannung (0,3 bis 0,5 Atm.) führt eine schnelle Leimbildung und in Folge der Kondensation eine siedend heiße Leimlösung herbei, die bis zur Erschöpfung des Leimgutes ununterbrochen durch einen Hahn abgelassen werden kann. Die so gewonnene Lösung wird in noch heißem Zustande zuerst durch Stroh und dann durch Papierfilz filtrirt, um sie von groben Verunreinigungen zu befreien und darauf in der Weise geklärt, daß man ihr etwa 0,1 Proz. gepulverten Alaun zusetzt, der erfahrungsmäßig die Abscheidung der trübenden Theile wesentlich begünstigt, so daß nach einiger Zeit ruhigen Stehens bei einer Wärme, welche das Gelatiniren verhindert, eine vollkommen klare Leimlösung abgezogen werden kann.

Die Eigenschaft, nach einmaligem Eintrocknen in Wasser sich nicht mehr unter gewöhnlichen Umständen zu lösen, gewinnt der Thierleim durch einen Zusatz von Alaun zu seiner Lösung. Für den Zweck der Papierleimung wird daher die auf den gehörigen Konzentrationsgrad gebrachte Leimlösung mit Alaun versetzt, der außerdem noch die feste Verbindung des Leimes mit der Faser begünstigt.

Die Stärke der Leimlösung richtet sich ebenso wie die Menge des zuzusetzenden Alauns nach der Stärke der beabsichtigten Leimung und ist ziemlich wechselnd. Als brauchbare Anhaltspunkte kann man annehmen, daß sich zur sogenannten Ganzleimung eine Leimlösung mit 8 Proz. trocken gedachtem Leim und 5 Proz. Alaun und zur sogenannten Halbleimung eine solche mit 4 Proz. Leim und 2,5 Proz. Alaun am besten eignet.

Obwohl zum Leimen im Bogen Maschinen angegeben sind, so erfolgt es doch überwiegend durch Handarbeit, zu deren Ausführung man die Leimlösung in den Leimbottich bringt, der einen etwa 600 mm breiten, 1,5 m langen

und 600 bis 900 mm tiefen hölzernen Kasten bildet und zum Zwecke der Erwärmung des Inhaltes auf etwa 20 bis 25° am zweckmäßigsten mit kupfernen Dampfröhren versehen ist. In diesen gefüllten Bottich senkt der Leimer je nach seiner Geschicklichkeit und der Beschaffenheit des Papiers 50 bis 400 Bogen Papier zwischen stark geleimten Pappen oder Holzstäben als Handhaben auf einmal ein und bewegt sie darin so lange hin und her, bis sämmtliche Bogen sich mit Leim vollgesogen haben, was durch manche Kunstgriffe (Zwischenlegen der Finger zwischen einzelne Bogenabtheilungen, Aufrollen und Losschnellen rc.) beschleunigt wird. — Nach dem Vollsaugen muß der überflüssige Leim entfernt werden. Dies geschieht am gewöhnlichsten mit 2000 bis 2500 Bogen in einer Schrauben- oder hydraulischen Presse mit der Rücksicht, daß durch ein langsames Pressen noch eine Ausgleichung in der Leimung, also eine gleichmäßigere Vertheilung des Leimes erreicht wird, weshalb das Pressen mitunter zweimal nach Umlegung der Bogen stattfindet. Damit die Bogen nicht zusammenkleben, sind sie noch feucht aus der Presse zu nehmen und auf oben angegebene Weise sehr vorsichtig, d. h. nicht zu schnell und nicht zu langsam, zu trocknen, weil bei einem schnellen Trocknen der Leim sich aus dem Innern auf die Oberfläche zieht und dadurch das Papier pergamentartig hart macht, und weil bei einem langsamen Trocknen ein Faulen oder Schimmeln des Leimes eintritt und das Papier fleckig wird. — Die Einrichtung einer hydraulischen Presse geht aus Fig. 84 (a. f. S.) hervor. In dem weiten Zylinder *cc* (Preßzylinder) bewegt sich der zylindrische Preßstempel *pp*, der bei *nn* eine viereckige Preßplatte trägt, die zwischen vier eisernen Säulen geführt wird, welche durch die zweite Preßplatte *e* (Holm) zusammengehalten werden. In dem Gefäße *bb* befindet sich sodann die Preßflüssigkeit (Wasser oder besser Glyzerin) und die Druckpumpe mit dem Pumpenkolben *s*, welcher aufwärts bewegt, durch den Korb *r* und das Ventil *i* diese Flüssigkeit ansaugt und abwärts bewegt, durch das Ventil *d* und das Rohr *ttt* in den Preßzylinder drückt, so daß durch schnell auf einander folgende Hübe des Kolbens *s* der Preßzylinder gehoben wird und zwar mit einer Kraft gleich dem Drucke auf *s* multiplizirt um das Querschnittsverhältniß des großen Kolbens zum kleinen. Hat der kleine Stempel z. B. 25 mm und der große 250 mm Durchmesser und wird auf den kleinen Stempel ein Druck von 50 kg ausgeübt, so ist der Druck zwischen den Preßplatten *nn* und *ee*

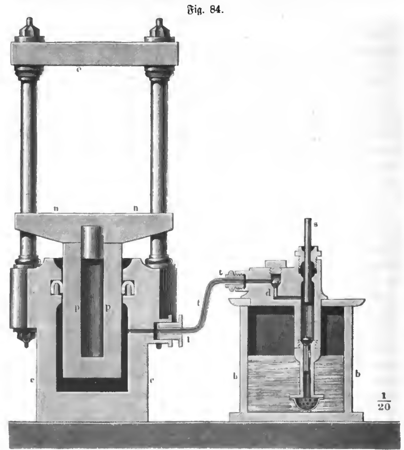
$$P = 50 \, . \, 250^2 \cdot \frac{\pi}{4} : 25^2 \cdot \frac{\pi}{4},$$

also 5000 kg. Die Hubbewegung des Preßstempels erfolgt vielfach durch einen Handhebel, oft aber von der Transmission durch eine Exzenterscheibe. Zur Regulirung des Druckes soll ein Sicherheitsventil und zum Rücklaufen der Flüssigkeit aus dem Preßzylinder in den Druckzylinder ein mit Hahn versehenes Rücklaufrohr angebracht sein.

Da bei der für den Gebrauch der Leimlösung erforderlichen Temperatur die Fäulniß oft durch den Alaun nicht vollständig verhindert wird, so hat man noch manche antiseptische Zusätze in Vorschlag gebracht [Soda, ätherische Oele, Abkochungen aromatischer Kräuter (Thymian, Lavendel, Krauseminz rc.), unter

welchen die Thymianabkochung wegen des Gehaltes an Thymol gewiß wirksam ist; bei Anwendung von Salizylsäure ist die röthliche Färbung zu berücksichtigen, welche bei Anwesenheit von Eisen entsteht]. — Um das Zusammenkleben der Bogen beim Pressen noch mehr zu verhindern, wird dem Leime oft harte Natronseife und zwar je nach der Konzentration der Leimlösung etwa 2 bis 4 Proz.

Fig. 84.



hinzugefügt. Durch diesen Zusatz gewinnt das Papier zugleich ein lebhafteres Weiß und einen angenehmen Glanz. — Einen erhöhten Glanz, d. h. große Glätte, ertheilt man dem Papier, wenn man dem Leimwasser Stärkekleister zusetzt, etwa in dem Verhältnisse wie beim Harzleim S. 243.

Eine Vergleichung der Büttenleimung mit der Bogenleimung giebt sowohl bezüglich der Ausführung als der Erfolge sehr bemerkenswerthe Unterschiede.

Bei der Bogenleimung dringt die Leimflüssigkeit zwischen die Fasern, nachdem diese bereits die zur Verfilzung dienende günstige Lage erhalten haben, und

kann demnach der Verfilzung nicht mehr hinderlich sein. Auch kommt die Kraft, mit welcher die Fasern zusammengehalten werden und die durch die **Klebkraft** des Leimes bedingt wird, der Festigkeit des Papiers in hohem Grade zu Gute. Bei der Stoffleimung werden dahingegen die Fasern mit der leimenden Masse überzogen und erleiden dadurch ohne Frage eine Einbuße an ihrer Verfilzungsfähigkeit, indem sie durch diesen Ueberzug steifer werden und im Papier nicht mehr die für Festigkeit günstigste Lage anzunehmen vermögen. Außerdem hat der bei dieser Leimungsart angewendete Leim nicht den hohen Grad von Kohärenz, so daß die Festigkeit des im Stoffe geleimten Papiers voraussichtlich geringer ist, als wenn dasselbe Papier im Bogen geleimt wird. Nach **Hoffmann** (Handbuch der Papierfabrikation S. 155) soll ungeleimtes Papier sogar eine größere Festigkeit besitzen, als dasselbe im Stoffe geleimt und zwar soll der Unterschied 25 Proz. betragen, d. h. einen Streifen ungeleimten Papiers kann man mit 25 Proz. mehr Gewicht belasten, als einen gleichen Streifen im Stoffe geleimten Papiers.

VI. Zurichtung des Handpapiers.

Selbst bei der sorgfältigsten Ausführung aller Arbeiten, welche nach und nach zur Herstellung eines Papierbogens zur Anwendung kommen müssen, ist es nicht zu erreichen, daß sämmtliche Bogen fehlerfrei ausfallen; auch erhalten die Papierflächen nicht diejenige Glätte und ebene Beschaffenheit, welche fast in allen Fällen verlangt oder erwünscht ist. In Rücksicht auf diese in der Fabrikationsart begründeten Unvollkommenheiten ist es daher erforderlich, daß mit dem Papier noch eine Reihe von Nacharbeiten vorgenommen wird, welche man passend mit dem Namen „**Zurichtung**“ (apprêt, *finishing*) bezeichnet, da sie ihren Abschluß in jenen Arbeiten findet, welche das Papier für den Verkauf zurichten.

Weil beim Abnehmen der trockenen Bogen von den Schnüren schon jeder Bogen durch die Hand des Arbeiters geht, so wird mit dieser Arbeit naturgemäß ein Sortiren und das Beseitigen (**Putzen, Lesen, Auslesen**) aller nicht hingehörender Theilchen verbunden, indem man zuerst die etwas zusammengeklebten Blätter aus einander zieht (**Schälen**), dann einzeln genau besichtigt, die ganz fehlerhaften als Ausschuß bei Seite legt, die wenig fehlerhaften durch Schaben mit einem Schabemesser, durch Reiben mit Bimsstein oder Radirgummi ꝛc. von den Knötchen, Klümpchen u. dergl. befreit und dann mit den fehlerfreien Blättern, gewöhnlich schon zu einer bestimmten Zahl (250, 500 oder 1000 nebst einem vielfachen von 1000) zusammenlegt.

Die Unebenheiten (Beulen, Runzeln, Falten ꝛc.), welche sich so vielfach im Papier vorfinden, entstehen größtentheils durch das Trocknen, indem hierbei einzelne Partien schneller und stärker, andere langsamer und schwächer austrocknen und in Folge dessen ein ungleichmäßiges Schwinden erleiden, das sich in einem Heraustreten aus der Ebene zu erkennen giebt und zugleich das Vorhandensein ungleicher Spannungen anzeigt. Zur gründlichen und dauernden Beseitigung

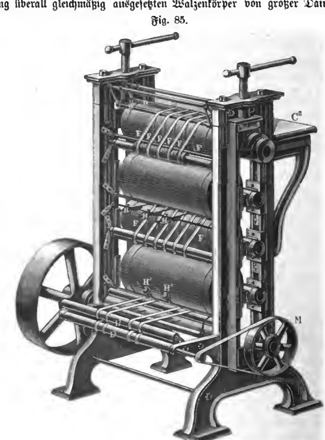
dieser Fehler bedarf es daher Mittel, welche noch nachträglich die Ursache zu entfernen, d. h. ein Ausgleichen der Spannnung durch ein regelmäßiges Austrocknen herbeizuführen vermögen. In erster Linie steht hier als besonders wirksam ein gelindes Anfeuchten in Verbindung mit einem nachherigen Trocknen in einem Raume, in dem eine Temperatur von etwa 35° C. herrscht. Da ein solches Anfeuchten zugleich noch eine bessere Vertheilung des Leimes bewirkt und daher das Papier leimfester macht, so wird es vielfach in der Weise vorgenommen, daß man je nach der Dicke des Papiers 15 bis 25 Bogen zwischen nasse Filze bringt und damit etwa 12 Stunden (über Nacht) liegen läßt. Die Regelung des Feuchtigkeitsgrades erfolgt einfach dadurch, daß man die nassen Filze vor ihrer Verwendung durch Walzen laufen läßt, welche bei bestimmtem Abstande den Filzen auch ein bestimmtes Wasserquantum lassen. Nach dieser Behandlung genügt ein Pressen des Papiers zwischen ebenen Platten, um nicht nur ebene, sondern auch glatte Flächen zu erzeugen. Man legt dabei zweckmäßig zwischen je 25 bis 50 Blätter eine sehr glatte, glänzende Tafel von sog. Glanzpappe, stapelt 2000 bis 3000 Bogen über einander und läßt diesen Stapel etwa 24 Stunden in der Presse. Je nach der Feinheit des Papiers wird dieses Pressen mit jedesmaligem Umlegen zwei- bis viermal wiederholt. — In der Regel ist mit diesem sog. Trockenpressen die Veredelungsarbeit beendet; nur wenn dem Papier eine bedeutende Glätte und höherer Glanz verliehen werden soll, ist ein noch kräftigeres Pressen zwischen Flächen erforderlich, welche im Stande sind, auch die kleinsten Unebenheiten weg- und die auf die Oberfläche tretenden Poren zuzudrücken, und daher aus hochglattem und hartem Materiale bestehen müssen. Früher benutzte man als solche Flächen polirte Metallblätter (gewöhnlich Zinkblech-, seltener Kupferblechtafeln), schichtete abwechselnd Papier und Blechtafeln über einander und setzte dann eine solche Schicht von etwa 50 Tafeln in einer Schrauben- oder hydraulischen Presse einem bedeutenden Drucke aus. Diese Arbeit nimmt lange Zeit in Anspruch, weil der Stoß einen ganzen Tag lang in der Presse bleiben muß, um eine erhebliche Glätte zu erzeugen, da trotz des großen Pressendruckes wegen der Vertheilung des letzteren über die ganze Fläche des Papiers der Einheitsdruck zu klein ist, um in kürzerer Zeit das Resultat zu erzielen. Zur Hervorbringung eines bedeutend größeren Einheitsdruckes und somit zur wesentlichen Beschleunigung der Glättearbeit ist kein Werkzeug besser geeignet, als ein Walzenpaar, das durch Drehung das zwischen Metallplatten liegende Papier faßt und durchzieht. Da hierbei der ganze sehr bedeutende Druck sich nur auf schmale Streifen vertheilt, so ist der Einheitsdruck sehr groß, demnach die gewünschte Glätte in kurzer Zeit hervorzubringen und vermöge wiederholten Passirens des Papiers durch Walzen leicht ein sehr regelmäßiger Glanz zu erzeugen. In Folge dieser Vortheile bildet das Walzwerk zum Glätten (Satinirwerk) heutigen Tages eine vielfach angewendete Maschine. Zur leichten Handhabung wird dasselbe jedoch aus drei über einander liegenden gußeisernen sehr glatten Walzen gebildet, weil man dann das Papier, welches zwischen der oberen und mittleren Walze nach der einen Seite geschoben wird, sofort ohne Umkehrung der Walzenbewegung zwischen der unteren und mittleren Walze nach der ersten Seite zurückbringen, also fast ohne Zeitverlust zweimal

glätten kann. — Die hier in Betracht kommenden Walzen werden gewöhnlich von etwa 1 m Länge und 0,4 bis 0,5 m Durchmesser aus sog. Hartguß hergestellt, auf der Oberfläche polirt, in ein passendes Gestell gelegt und dadurch in Drehung versetzt, daß die Mittelwalze einen Riemenantrieb erhält, während die beiden anderen durch Reibung mitlaufen. — Zum Glätten werden nun etwa 30 Bogen zwischen Zinkblechplatten gelegt und einige Male durch das Walzwerk geführt. Um dabei zu verhindern, daß die unvermeidlichen kleinen Abweichungen in der Dicke der Stapel in Unregelmäßigkeiten der Glätte zum Vorschein kommen, müssen die Walzen so gelagert sein, daß sie diesen Abweichungen ohne merkbare Druckveränderung nachgeben. Aus diesem Grunde sollen diejenigen Theile, welche den Druck erzeugen, nachgiebig angeordnet sein, weshalb man, wenn das Gewicht der in verschiebbaren Lagern gelagerten Walzen nicht ausreicht, als Druckmittel entweder Gewichte oder Federn wählt. — In der Regel wird die Mittelwalze hohl gelassen, um mit Dampf geheizt zu werden; da die Wärme unmöglich während der kurzen Durchgangszeit erheblich den Papierstapel durchdringen kann, so ist der Nutzen einer solchen Einrichtung sehr fraglich, und diese auch gewöhnlich nicht im Betriebe.

Beim Glätten des Papiers zwischen Zinkplatten ertheilen allein die hochglatten Oberflächen der letzteren in Folge des Druckes die Glätte und den Glanz, weshalb durch fortwährendes Umlegen der Papierblätter jedes der letzteren wenigstens einmal mit der Zinkplatte in Berührung gebracht werden muß. Zur Abkürzung dieses Verfahrens lag der Gedanke nahe, die Zinkplatten überhaupt wegzulassen und das Papier frei durch sehr glatte Walzen laufen zu lassen. Damit solche Walzen ihre Politur und die davon abhängende Wirksamkeit lange bewahren, müssen sie möglichst hart, also aus Eisenschalenguß angefertigt sein, zugleich aber, damit sie bei dem bedeutenden Drucke das Papier nicht vernichten, mit Walzen zusammenarbeiten, welchen zwar auch eine bedeutende Härte, außerdem jedoch eine entsprechende Elastizität eigenthümlich ist. Nach vielen Versuchen hat sich als Material zu diesen Gegenwalzen am besten Papier bewährt und bestehen deshalb die zum Papierglätten (S a t i n i r e n, satinage, *glazing*) ohne Platten in Anwendung gekommenen Walzwerke (S a t i n i r w a l z w e r k, laminoir, lisse, glaceur, satineuse, *glazing mill*, *calender*) aus einer Anzahl polirter Hartguß- und Papierwalzen. — Die Anfertigung der Papierwalzen ist daher für das Satiniren des Papiers von großer Bedeutung und fordert, so einfach wie sie im Grunde ist, Erfahrung und Vorsicht. Als Material zu diesen Walzen dient Papier aus Baumwolle oder aus einem Gemisch von Leinen und Wollfasern. Man schneidet aus solchem Papier runde Scheiben vom Durchmesser der zu erzeugenden Walze, schiebt diese mit einem in der Mitte sitzenden Loche auf eine eiserne Spindel, steckt an beiden Enden eiserne Scheiben auf und preßt dann das Ganze mit langsamer Druckzunahme, zuletzt mit einem Drucke von etwa 400 Atmosphären zusammmen. Als Presse benutzt man entweder eine hydraulische oder eine Schraubenpresse, welche aus drei starken schmiedeeisernen Schraubenspindeln besteht, die auf einer Fundamentplatte vertikal in den Eckpunkten eines gleichseitigen Dreiecks aufgestellt und mit halbrunden Gewinden versehen sind, auf welchen sich Muttern bewegen, die eine starke Platte

vor sich herschieben, welche die Achse der Papierwalze durchtreten läßt und auf die Papiersäule den Druck überträgt. Zu einer Walze von 1 m Länge gebraucht man 18000 bis 20000 Bogen Papier im Gewichte von ungefähr 250 kg. Aus der Presse genommen, wird die Papierwalze auf das Sauberste abgedreht und geschliffen und bildet dann einen außerordentlich homogenen, also der Abnutzung überall gleichmäßig ausgesetzten Walzenkörper von großer Dauerhaftig-

Fig. 85.

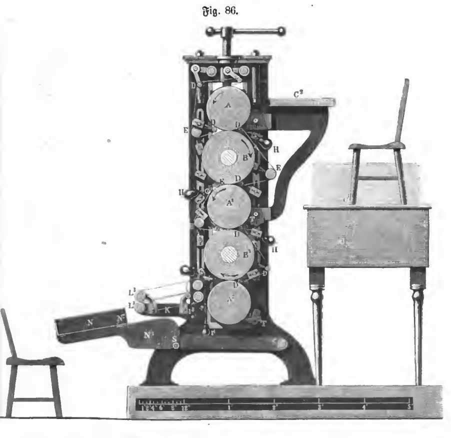


keit. — Man hat diese Walzen auch aus roher Baumwolle, aus Holzhobelspänen und aus Hartgummi hergestellt, aber mit wenig Erfolg. Empfehlung verdient für diesen Zweck das durch Eintauchen in Schwefelsäure und Auswaschen in Ammoniakwasser pergamentirte Papier (s. Pergamentpapier).

Zum Satiniren des Handpapiers bediente man sich früher vielfach einer Dreiwalzenpresse, bei welcher Ober- und Unterwalze aus Hartguß und Mittelwalze aus Papier bestand; da hierbei jedoch das Papier in der Regel nicht genügend geglättet wird, so muß es zweimal die Walzen passiren, wenn es stark

geglättet werden soll. Um das dadurch nothwendig werdende doppelte Auflegen zu vermeiden, stellt man nunmehr die Walzenpressen sehr oft aus fünf Walzen zusammen, wie aus den Figuren 85 und 86 ersichtlich ist. Unter diesen Walzen sind die mit A, A^1 und A^2 bezeichneten aus Hartguß, die mit B und B^1 bezeichneten aus Papier. Eine auf dem Tische C sitzende Arbeiterin legt von einem Papierstoße C^1 zunächst einen Theil auf den Tisch C^2 und dann Bogen

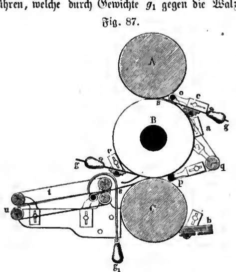
Fig. 86.



nach Bogen auf die Walze A, welche dieselben erfaßt und mit Hülfe besonderer Führungsbänder F, F, F in der Richtung des Pfeiles zunächst zwischen A und B bringt. Dann gelangen die Bogen auf gleiche Weise zwischen B und A^1, zwischen A^1 und B^1 und endlich zwischen B^1 und A^2 hindurch, um hier von doppelten Leitbändern, welche über die Rollen $L^2 L^3$ laufen, in den Behälter N abgeworfen zu werden. Die Anordnung zur Führung des Papiers von einer Walze zur anderen und zum Abwerfen ist in Fig. 87 (a. f. S.) besonders dargestellt. Da das Papier sich gewöhnlich in Folge des Luftdruckes an die Walzen fest anlegt,

so muß es vor Allem bei dem Uebergange von einer Walze auf die andere abgeschält werden. Zu dem Zwecke dienen Stahlfinger *s*, welche in Gußeisenträgern *c* befestigt sind, die um eine horizontale Stange drehbar, durch das Gewicht *g* so gestellt und gehalten werden, daß die Stahlfinger (von 1,5 mm Dicke und 20 mm Breite) mit den vorderen abgeflachten Enden sich gegen die Walzen legen und das Papier abheben. Bei dem Austritte aus der Presse sind die Stahlfinger an der in *c* gelagerten Stange außerdem noch mit abwärts gerichteten Kupferstreifen versehen, welche die Bogen auf die letzten Finger *s* führen, welche durch Gewichte g_1 gegen die Walze *C* gepreßt werden und die Bogen an die zwei über einander liegenden endlosen Bänder *t* abliefern, welche sie nun bei *u* abwerfen. Zum Glatthalten und sicheren Führen dienen fünf bis sechs Bänder, welche so über die Walzen *opq* (in obigen Figuren mit *DDE* bezeichnet) gezogen sind, daß sie sich in einem langen Bogen an die Satinirwalzen anlegen. Bei *b* ist sodann noch ein hölzerner Schaber zum Reinhalten der Walzen angebracht, welcher ebenfalls um horizontale Zapfen drehbar, durch Bleischeiben gehörig angepreßt wird. — Sämmtliche Theile, namentlich die Walzen der Führungsbänder, sind in Schlitzen verstellbar gelagert, um leicht eine Spannungs- und Stellungsregelung vornehmen zu können. — Den Antrieb erhält die Walzenpresse von einer Riemenscheibe in der Weise, daß nur die untere Walze mit etwa 80 Umdrehungen in der Minute direkt bewegt wird, während die anderen durch Reibung mitlaufen; durch das auf dem Zapfen der unteren Walze sitzende Riemenrad *M* erhält sodann mittelst Riemen die Walze L^2 ihre Drehung, die ebenfalls durch Reibung auf L^3 übergeht. Zur Hervorbringung des Druckes zwischen den Walzen genügt die feste Lagerung derselben, weshalb ihre Lager sich so zwischen den Walzenständern bewegen lassen, daß die genaueste Einstellung möglich wird. Die auf die Lager der Oberwalze *A* wirkenden Druckschrauben haben daher wesentlich den Zweck, die Lage der Walzen zu sichern. — Endlich sei noch bemerkt, daß die zum Tragen des Auffangkastens *N* bestimmten hölzernen Träger N^1 einfach auf die Bolzen *SS* geschoben und leicht entfernt werden können, und daß der zwischen zwei Leisten N^2 festgeklemmte Kasten *N* je nach der Bogenlänge zu verschieben ist.

Fig. 87.



Da das Papier bei diesem Walzwerke nur einseitig geglättet wird, weil es stets mit derselben Seite die Eisenwalzen berührt, so muß es zum Glätten auf

beiden Seiten die Presse zweimal passiren und zwar nachdem es vorher gewendet ist. (Weiteres über das Satiniren folgt im 2. Kapitel unter Zurichtung des Maschinenpapiers.)

Die letzte Arbeit umfaßt das Zusammenfalten, Zählen, Beschneiden und Verpacken.

Das Zusammenfalten dient zur Erzeugung einer bequemen Versendungs- und Gebrauchsform, besteht in dem Umlegen der Bogen in der Mitte, sowie in dem Ineinanderlegen der gefalteten Bogen zu einer Lage oder einem Buche, in welcher Form das Verrutschen einzelner Bogen ausgeschlossen ist.

In der Regel werden die Bogen in bestimmter Zahl abgezählt und zwar nach altem Brauche in der Weise, daß je 6 Bogen eine Lage, 4 Lagen ein Buch, 20 Buch ein Ries und 10 Ries einen Ballen bilden. — Nach dem Jahre 1876 trat in Deutschland-Oesterreich folgende Zählung ein:

1 Ballen = 10 Ries,
1 Ries = 10 Buch,
1 Buch = 10 Lagen,
1 Lage = 10 Bogen.

1 Ballen = 10 Ries = 100 Buch = 1000 Lagen = 10000 Bogen.

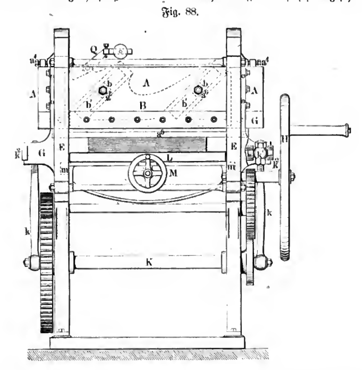
Dem obigen Ries von 1000 Bogen steht das Neuries von 500 Bogen gegenüber. Vielfach wird neuerdings zur Vermeidung von Mißverständnissen die Bezeichnung Ries, Buch ꝛc. ganz weggelassen und einfach nach 1000 Bogen gezählt.

Da das Handpapier in der Schöpfform keine scharfen Ränder erhalten kann, so werden zur Hervorbringung der letzteren die Bogen an den Kanten beschnitten und zwar zur Beschleunigung der Arbeit in der Regel im Ries, obwohl hierbei die im Inneren der Lagen vorhandenen Bogen etwas schmäler ausfallen als beim Beschneiden im Bogen, in welchem letzteren Falle die in der Mitte einer Lage befindlichen, gefalteten Bogen weiter vorstehen würden.

Zur Ausführung eines sauberen Schnittes ist es nothwendig, die Papierlagen unbeweglich festzulegen und dann in sicherer Führung ein entsprechend scharfes Messer in ziehender Bewegung zur Wirkung zu bringen. Damit hierbei jeder Bogen oder jede Lage nach dem Beschneiden vollkommen gleiche Größe besitzt, muß die Schnittfläche genau senkrecht zu der Ebene der Unterlage stehen, auf welcher die Bogen während des Beschneidens liegen, woraus folgt, daß die Schneide des Messers sich senkrecht gegen diese Unterlagen bewegen muß. — Um obige Bedingungen sämmtlich leicht und sicher erfüllen zu können, hat man sog. Beschneidmaschinen konstruirt, die, in Einzelheiten sehr verschieden, der Hauptsache nach aus einem horizontalen, ebenen Tische zur Aufnahme des Papierstoßes, einem über dem Tische angebrachten verstellbaren Preßbalken zum Festlegen des Papiers und einem Messer bestehen, welches sich vor dem Preßbalken vertikal abwärts bewegt. Eine sehr bewährte Konstruktion einer Beschneidmaschine aus der Fabrik von W. F. Heim in Offenbach (D. R.-P. Nr. 2509) ist in den nachstehenden Figuren 88 und 89 dargestellt. Man erkennt zunächst den gußeisernen, genau ebengehobelten Tisch L mit dem Anschlage N, der ver-

mittelst einer unter demselben liegenden Schraube parallel geführt, nach dem Formate genau eingestellt werden kann und zum Richten des Papierstoßes dient. Die Schraube hat zu dem Zwecke eine unverschiebbare Lagerung in dem Tische L und der Traverse M, ihre Mutter in N und zum Drehen ein Handrad P. Neben dem Tische erheben sich zwei Seitenständer E und E mit zwei Längsrippen $e^1 e^1$, zwischen welchen die Schlitten $G\,G$ eingepreßt sind, die sich auf den Gleitflächen $g\,g$ vermittelst der Kurbelstangen k auf- und abbewegen lassen. Zwischen den Ständern liegt ferner der das Papier zusammendrückende nur vertikal bewegliche Preßbalken B. Das Schneidmesser a^5 ist fest angeschraubt

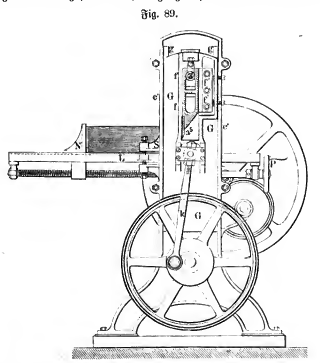
Fig. 88.



an einen Schlitten A, der mit den Enden durch die Schlitten G und G^1 hindurchtritt und sich in diesen an festen Führungen $f^1 f^1$ horizontal verschieben läßt, während er sich mit den Schlitten G, G zugleich vertikal bewegt. Zur horizontalen Verschiebung ist der Messerschlitten der Länge nach durchbohrt und mit dieser Bohrung auf eine runde Stange a^1 geschoben, welche an den Schlitten G, G befestigt und durch die Schrauben $a^4 a^4$ an einer Längsverschiebung verhindert wird. Nun sitzen ferner an dem Messerschlitten A zwei Gleitstücke $b\,b$, welche durch die Bolzen $a^6 a^6$ festgehalten werden und in den unter 45° geneigten Nuthen $b^1 b^1$ am Preßbalken B gleiten. Durch diese Anordnung wird zunächst erreicht, daß der Preßbalken B von dem Messerbalken getragen und so lange mit

diesem abwärts bewegt wird, bis er auf das Papier aufstößt und daß von diesem Augenblicke an der Messerbalken sich an den schrägen Schlitzen $b^1 b^1$, also ziehend, abwärts bewegt, während derselbe bei der Aufwärtsbewegung den Preßbalken wieder mit in die Höhe nimmt, bis dieser anstößt und in Folge dessen auch den Messerschlitten bei seiner Weiterbewegung zwingt in die ursprüngliche Stellung zurückzukehren. Die vorstehende Beschneidmaschine zeichnet sich demnach durch eine selbstthätige Einpressung aus, weil Einpressung und Schnitt von einer Stelle aus erfolgen, indem die durch entsprechende Zahnradübersetzung von dem Schwungrade *H* ausgehende Drehbewegung auf die Welle *K* und von dieser

Fig. 89.



durch die Zugstangen *k k* auf den Schlitten *G G* übertragen wird und dadurch sowohl Presse als Schneidmesser in Thätigkeit bringt. Zu bemerken ist nur noch, daß die Zugstangen *k k* der genauesten Einstellung wegen mit ihren Enden durch die mit zwei Zapfen versehenen, in k^2 gelagerten Kugeln k^1 gehen und mit Schraubenstellung versehen sind, daß die Traverse *M* auf dem runden Zapfen *m m* ruht und daß der Hebel *Q* den Preßbalken so lange festhalten kann, bis das Messer das Papier verlassen hat, um letzteres während des Aufsteigens des Messers unter Druck zu halten.

VII. Sorten und Formate des Papiers.

Im Laufe der Zeit haben sich, theils aus Bedürfniß oder Zweckmäßigkeit, theils aus Willkür eine Menge verschiedener Sorten und Formate des Papiers gebildet und durch Gewohnheit erhalten, welche nicht nur bestimmend auf die Zusammensetzung des Papierstoffes und die Verarbeitung desselben, sondern auch auf die Größe der Papierform, Wahl des Siebes 2c. einwirken, weshalb es nothwendig ist, dieselben so weit zusammenzustellen, daß eine Uebersicht darüber gewonnen werden kann. Am zweckmäßigsten theilt man dabei die Sorten in Haupt- und Unterklassen, welche nach Zusammensetzung und Eigenschaften geordnet werden und folgende gebräuchlichsten Gattungen ergeben:

A. Sorten.

1. Lösch-, Schrenz- und Packpapiere.
   - a. Löschpapier, Fließpapier. Ungeleimt.
     - α. Graues.
     - β. Rothes.
   - b. Schrenzpapier. Eigentliches Packpapier von kleinerem Formate und dünn. Ungeleimt.
   - c. Packpapier. Geleimt und halbgeleimt.
     - α. Rothes (aus rothen Hadern).
     - β. Braunes (aus Stricken, Werg, Tauen 2c.).
     - γ. Gelbes (aus Stroh und braunem Holzschliffe).
     - δ. Blaues (entweder aus blauen Hadern oder gefärbt); es gehört hierher: Nadelpapier, zum Verpacken der Nähnadeln; Zuckerpapier, zum Verpacken der Zuckerbrode; Leinwandpapier, zum Verpacken der Leinwand 2c.
2. Druckpapiere. Ungeleimt oder halbgeleimt, weiß.
   - a. Eigentliches Druckpapier.
     - α. Konzeptdruck; ordinärste Sorte.
     - β. Kanzleidruck; Mittelsorte.
     - γ. Postdruck; feinere Sorte. Gerippt.
     - δ. Velindruck; in verschiedener Feinheit; hierzu gehört das weiße Filtrirpapier.
   - b. Notendruckpapier; besonders stark.
   - c. Kupferdruckpapier; dick, Velin. Ungeleimt.
   - d. Gold- und Seidenpapier; in verschiedener Feinheit, sehr dünn, zum Einwickeln zarter Gegenstände, als Einlage zwischen Kupferstichen 2c.

3. Schreib- und Zeichenpapiere. Geleimt, weiß.
   a. Schreibpapier; gerippt und Velin.
      α. Konzept; die geringste Gattung.
      β. Kanzlei; mittelfeines und feines.
      γ. Post; feines und feinstes; namentlich Briefpapier.
      δ. Velinschreib; die feineren Sorten, dazu Postvelin; die ordinären Konzeptvelin.
   b. Notenpapier; dick.
   c. Zeichenpapier; Velin, nicht gebläut.
   d. Tapetenpapier.

Vorstehende Klassifizirung entstammt der Handpapierfabrikation; doch sei schon hier bemerkt, daß die darin vertretenen Papiersorten übrigens sämmtlich auch auf der Maschine erzeugt werden und dann dieselben Benennungen führen.

B. Formate.

Die obigen Papiergattungen werden in verschiedenen Größen hergestellt, wodurch die Formate entstehen, für welche untenstehende Namen allgemein eingeführt sind. — In Deutschland unterscheidet man hauptsächlich folgende Formate:

	Millimeter	
	breit	hoch
Groß Elephant	1028	675
Klein Elephant	900	633
Kolombier	821	590
Imperial	766	554
Groß Regal	736	529
Super Regal	688	487
Mittel Regal	657	498
Klein Regal (Regal royal)	621	487
Lexikonformat (Emoisin)	590	462
Groß Median	578	444
Mittel Median	542	444
Schmal Median	529	420
Klein Median (Register)	511	402
Schmal Register	487	396
Mittel Register	475	383
Propatria (Dikasterial)	450	471
Klein Format	402	320
bis	432	371
Pandekten	371	264

Seit dem Jahre 1883 hat man auf Vorschlag des Vereins deutscher Papierfabrikanten im Einverständnisse mit den Hauptbetheiligten angefangen, die große Zahl der oft ganz willkürlichen Abmessungen erheblich zu verkleinern und folgende Normalformate mit Weglassung der Benennungen, dahingegen nach 12 Nummern bezeichnet, einzuführen:

Nr.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
Höhe	33	34	36	38	40	42	44	46	48	50	54	57 cm
Breite	42	43	45	48	50	53	56	59	64	65	68	78 cm

Zwischen den deutschen, französischen und englischen Formaten findet keine vollständige Uebereinstimmung statt. Zum Vergleiche kann jedoch nachstehende kleine Tabelle dienen, welche neben den deutschen Formaten diejenigen der beiden anderen Länder enthält, welche den ersteren am nächsten kommen.

Groß Elephant,	Grand Aigle,	*Double Elephant.*
Klein Elephant,	Petit Aigle,	*Atlas.*
Kolombier,	Soleil,	*Colombier.*
Imperial / Groß Regal	Grand Jésus,	*Imperial.*
Klein Regal,	Grand Raisin,	*Royal.*
Groß Median,	Coquille,	*Medium.*
Klein Median,	Ecu,	*Demy.*
Propatria,	Couronne,	*Foolstap.*

Zweites Kapitel.

Anfertigung des Maschinenpapiers.

Zur Ausführung des Gedankens, das Papier mittelst mechanischer Vorrichtungen anzufertigen, lag es nahe, zunächst die Handfabrikation nachzuahmen, d. h. die einzelnen Arbeiten und Handgriffe in derselben Weise und Aufeinanderfolge mit gleichen Werkzeugen und entsprechenden Zeitintervallen zur Ausführung zu bringen, wie sich dieselben in der Handarbeit zur Erzeugung von Bogen bewährt hatten. Bei näherer Betrachtung eines solchen Bestrebens stellte sich bald heraus, daß dasselbe nur einem beschränkten Gesichtspunkte entsprechen kann, weil in allen Fällen, wo mechanische Operationen an die Stelle von Handarbeit treten sollen, in erster Linie der Grundsatz leitend sein muß, dieselben nicht in unterbrochener, sondern soviel wie thunlich in stetiger Reihenfolge anzuordnen. Demnach war erst von dem Augenblicke an auf Erfolg zu rechnen, als man diesen Grundsatz aufstellte, also Maschinen zu konstruiren versuchte, welche die verschiedenen zur Papierbildung erforderlichen Arbeiten in ununterbrochener

Reihenfolge, demnach ohne Zeitintervalle vollziehen und dadurch zugleich die Möglichkeit gewähren, das Papier in beliebiger Länge zu erzeugen.

Aus obigen Gründen fanden auch die Maschinen von Bramah (1805), Desetables (1808), Leistenschneider (1813), Montgolfier (1824) u. A. zur Anfertigung von Bogenpapier keine Verbreitung. Doch tritt in allerneuester Zeit hier und da das Bestreben wieder auf, Papier mittelst Maschinen bogenweise zu schöpfen und weiter zu verarbeiten, worauf später zurückgekommen werden soll.

Die ununterbrochene Thätigkeit einer Papiermaschine (machine à papier continu) setzt sich selbstverständlich aus jenen sämmtlichen Arbeiten zusammen, welche die Erzeugung des Papiers nothwendig macht und zerfällt demnach zunächst in folgende Hauptfunktionen:

1. Mischung des Stoffes mit Wasser nebst Regulirung der Konsistenz dieser Stoffmilch, sowie Beseitigung der Knoten und sonstiger nicht hingehörender Substanzen.
2. Aufbringen dieser Stoffmilch auf eine Form und Verfilzung der Fasern unter gleichzeitiger Abscheidung des Wassers.
3. Abnahme des Papierblattes von der Form mit weiterer Entziehung des Wassers unter Druck (Kautschen).
4. Beseitigung des letzten Wassers durch Trocknen.
5. Abnahme des Papiers von der Maschine,

denen sich in vielen Fällen noch als Nebenfunktionen anschließen:

6. Glätten des Papiers.
7. Zerschneiden in Länge und Breite.
8. Nachträgliches Leimen.

Deshalb besteht auch eine Papiermaschine aus folgenden vereint arbeitenden, der Uebersicht wegen aber zweckmäßig getrennt zu betrachtenden Haupt- und Nebenorganen:

1. Stoffbehälter (Bütte) mit Mischungs- und Vertheilungsvorrichtungen (Regulatoren),
2. Sand- und Knotenfänger,
3. Form,
4. Kautschapparat,
5. Naßpresse,
6. Trockenapparat,
7. Glättwerk,
8. Wickelapparat,
9. Längs- und Querschneider,
10. Leimapparat,

wovon übrigens Querschneider und Leimapparat selten der Maschine eingefügt werden.

I. Zeugbütte, Regulator, Mischkasten.

Die Aufgabe der Papiermaschine, „in ununterbrochener Weise ein Papier von bestimmter Dicke und gleichmäßiger Beschaffenheit zu erzeugen“, kann nur erreicht werden, wenn zunächst dafür Sorge getragen wird, daß die Zufuhr des Stoffes in einer der gewünschten Dicke entsprechenden Menge mit großer Regelmäßigkeit und mit einer Geschwindigkeit erfolgt, welche mit der Geschwindigkeit der Papierbildung in Einklang gebracht und von dieser Geschwindigkeit so abhängig gemacht ist, daß sich die Speisung nach der letzteren richtet. Um diese Regelmäßigkeit in der Zufuhr zu gewinnen, sind daher in erster Linie Vorrichtungen erforderlich, welche nicht nur eine gründliche Vermischung des Stoffes mit einer passenden Menge Wasser bewerkstelligen und homogen erhalten, sondern auch ein Zumessen des Stoffes in der Weise bewirken, daß sich die Menge des letzteren nach der Dicke des Papiers regelt.

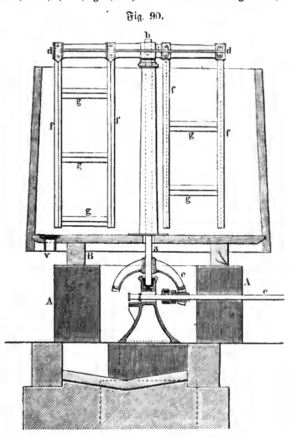
A. Zeugbütte.

Ein Gemisch von feinen Fasern mit Wasser und Substanzen von verschiedenem specifischem Gewicht (Leim, Farbe, Füllstoff ꝛc.) kann nur dadurch auf längere Zeit genügend homogen erhalten werden, daß man davon große Mengen herstellt und in diesen durch unausgesetzte Bewegung die einzelnen Substanzen in der Schwebe erhält. Aus dem Grunde bedürfen die Papiermaschinen für die Aufnahme des fertigen Zeuges Behälter von solcher Größe, daß dieselben mehrere Holländerleeren auf einmal aufnehmen können, wozu ein Rauminhalt von 9 bis 10 cbm sich als passend erwiesen hat, da derselbe etwa sechs bis sieben Holländerleeren entspricht. Diese Behälter (Zeugbütten, cuve de brassage) werden entweder aus hölzernen Dauben in der Gestalt eines aufrecht stehenden, kurzen, abgestumpften Kegels oder aus Zementbeton zylindrisch, in beiden Fällen mit der Vorsicht hergestellt, daß zur Vermeidung des Zusammenballens der Stoff keine Gelegenheit findet sich an vorspringenden Theilen, scharfen Ecken u. dergl. anzuhäufen, weshalb stehende Bütten mitunter sogar mit einem halbkugelförmigen Boden versehen sind.

Die Bewegung des Bütteninhaltes muß ebenfalls mit der Rücksicht erfolgen, daß keine Zusammenballungen zu Strähnen, Knoten, Fäden (Katzen) stattfinden, weshalb ebensowohl heftige stoßartige, als wirbelnde und schlagende Einwirkungen ausgeschlossen und daher auch nur solche Vorrichtungen anzuwenden sind, die ein sanftes, stetiges Durchrühren bewirken. Gewöhnlich bedient man sich deshalb besonders konstruirter, mechanischer Rührer, mit langsamer kontinuirlicher Drehung und einer Einrichtung, welche sowohl verhütet, daß sich die schweren Theile zu Boden setzen, als auch, daß die leichten obenauf schwimmen. In der Regel bestehen diese Rührer daher aus einer Welle mit Armen, an denen

in passender Weise Leisten oder schmale Bretter angebracht sind, welche schräg gegen die Bewegungsrichtung stehen und den Inhalt der Bütte daher stets etwas heben und abwärts drücken. Die Lage der Rührwelle richtet sich nach der Lage der Bütten und fällt stets mit der Büttenachse zusammen, so daß man vertikale und horizontale Rührer zu unterscheiden hat. — Der Antrieb der Rührer soll, wenn irgend thunlich, so erfolgen, daß von den Antriebsorganen (in der Regel

Fig. 90.

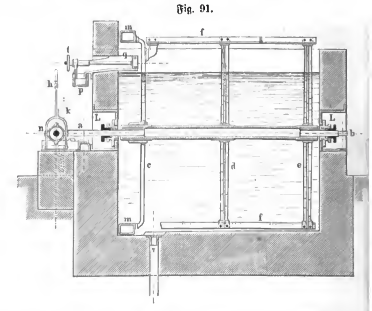


Zahnräder) keine Schmutztheile in die Bütte gelangen; bei vertikalen Bütten liegt derselbe daher gewöhnlich unter der Bütte, wie Fig. 90 zeigt, bei horizontalen seitwärts, wie aus Fig. 91 (a. f. S.) hervorgeht.

Eine mit Rührwerk versehene Bütte in vertikaler Aufstellung von **Voith** in Heidenheim führt Fig. 90 im Vertikalschnitt und $^1/_{40}$ wirkl. Gr. vor Augen. Dieselbe ist aus Holzdauben hergestellt, welche durch eiserne Reifen zusammengehalten werden, und bildet einen stumpfen Kegel von 2 m Höhe, von 2,55 m unterem und 2,35 m oberem Durchmesser, also von 9,4 cbm Fassungsraum,

der auf einem Steinunterbaue A vermittelst einer Balkenunterlage B ruht. In der Mitte der Bütte erhebt sich eine eiserne, hohle Säule, welche zur Stütze der

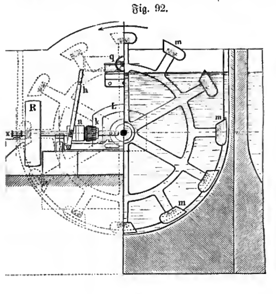
Fig. 91.



Welle ab dient, die unten durch ein Kegelradpaar c von der horizontalen Welle e in Umdrehung versetzt wird. Auf der Welle ab hängt ein Querbalken dd mit vier abwärts gerichteten, vorn zugeschärften Armen $ffff$, welche in verschiedenen Entfernungen von der Achse sitzen und zwischen sich fünf Schaufeln gg tragen, die sich abwechselnd gegenüber und jalousieartig schräg gestellt sind. — Eine bewährte Anordnung horizontaler Bütten mit Rührwerk aus derselben Fabrik zeigen die zwei Schnittfiguren 91 u. 92 in $^1/_{50}$ w. Gr. Die Bütte ist aus Zementbeton hergestellt und zwar so, daß die untere Hälfte einen Halbzylinder bildet, der an den beiden Endflächen die Lager LL für die Zapfen der Rührwelle ab aufnimmt. Letztere trägt die drei Armsysteme cde für die Aufnahme von acht Schienen ff aus Winkeleisen, welche in gleichem Abstande von der Rührwelle angebracht sind, die von der kurzen, mit Riemscheibe R versehenen Welle x aus vermittelst Kegelräder k angetrieben wird. Mit Hülfe einer bei n sichtbaren Kuppelung und dem Handhebel h sind die Antriebsräder k aus- und einzukuppeln. Die Geschwindigkeit des mechanischen Rührers findet ihren Ausdruck in der Anzahl Umdrehungen, welche die Welle macht, und richtet sich nach der Größe der Bütte, sowie namentlich nach der Zusammensetzung des Stoffes, da z. B. ein bedeutender Zusatz schwerer, erdiger Materialien eine stärkere Bewegung der Masse verlangt, als reiner Hadernstoff. Unter allen Umständen soll die Bewegung so gering als möglich sein, so daß sich in der Regel ein bis zwei Umdrehungen der Rührwelle in der

Minute als genügend ergeben werden. — Unter den anderen, zur Bewegung des Bütteninhaltes in Vorschlag gebrachten Vorrichtungen sei hier nur diejenige erwähnt, welche auf dem Einblasen von Luft unter entsprechendem Drucke beruht; da sie keine bedeutende Anwendung gefunden, so kann auch hier auf die Beschreibung derselben im „Centralbl. f. Papierfabr. 1868, S. 167" verwiesen werden.

Fig. 92.



Nachdem der Inhalt einer Bütte verarbeitet ist, muß mit dieser insbesondere dann eine gründliche Reinigung mit warmem Wasser oder schwacher Sodalauge vorgenommen werden, wenn der nachfolgende Stoff anders zusammengesetzt, namentlich anders gefärbt ist. Zum Ablassen dieses Waschwassers erhalten die Bütten deshalb noch besondere Ventile *V*, welche von der Hand geöffnet werden.

In manchen Fällen bringt man zum Erkennen des Stoffniveaus entweder in der Bütte einen Schwimmer oder neben derselben ein gläsernes Standrohr an.

B. Regulator und Mischkasten.

Um das Zeug nun jenen Organen der Papiermaschine zuzuführen, welche dasselbe zu empfangen haben, scheint es am einfachsten, die endgültige Verdünnung mit Wasser in den Zeugbütten vorzunehmen und die letzteren so hoch zu stellen, daß durch einen im Boden angebrachten Schieber und angefügten Kanal der Stoff direkt diesen Organen zufließt. Wenn man jedoch bedenkt, daß in diesem Falle wegen der Aufnahme der großen Wassermenge die Bütten einen noch bedeutend größeren Inhalt als 10 cbm fassen oder in großer Zahl neben einander gestellt werden müßten, daß das Sinken des Inhalts fortwährend die Ausflußgeschwindigkeit ändert und hierauf Rücksicht nehmende Regulirungsvorrichtungen bedingt, daß die Regulirung durch Verengung des Kanals vermittelst Hähne oder Schieber unthunlich ist, weil sich hierbei erfahrungsmäßig bald eine Verstopfung bildet, und daß man die Stoffzuführung vielfach schnell vermindern oder ver-

mehren muß, so begreift man auch, daß es zweckmäßiger ist, für die letzte Zumischung von Wasser, sowie für die Stoffabmessung besondere Vorrichtungen einzuschalten, welche schnell Aenderungen gestatten. Diese Vorrichtungen bilden die Regulatoren und die Mischkästen.

1. Regulator.

Die Regulatoren (régulateur à pâte, mesureur, *pulp-meter*) können entweder in der Weise wirken, daß sie in gewissen Zeitabschnitten bestimmte, nach dem Bedürfniß abgemessene Mengen Zeug der Bütte durch Gefäße entnehmen, oder daß sie kontinuirlich vermittelst Kanäle das Zeug weiter führen und durch Vergrößerung oder Verkleinerung von Durchflußöffnungen die durchfließende Menge regeln, so daß man passender Weise Gefäßregulatoren und Durchflußregulatoren unterscheiden kann. — In sehr einfacher und daher besonders zweckdienlicher Weise besteht der Gefäßregulator aus einem Rade mit Schöpfeimern, das noch den bemerkenswerthen Vortheil hat, in der Zeugbütte zusammen mit dem Rührwerke angebracht werden zu können, wie Figuren 91 u. 92 auf vor. Seite erkennen lassen,

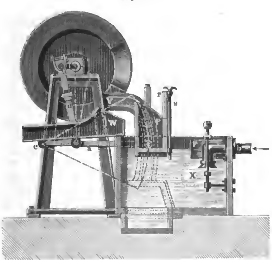
Fig. 93.



welche einen Zeugregulator darstellen, an dem 12 Schöpfeimer *m* sitzen, die sich in der Bütte mit Zeug füllen und dasselbe in den Auffangkanal *q* ausschütten, an den sich ein Ablaufkanal *p* anschließt. Da es bei dieser Anordnung nicht angeht, den Eimerinhalt beliebig zu ändern, so ist in dem Auffangkanal *q* ein Schieber angebracht, der durch Schraube mit Handrad *t* so eingestellt wird, daß nach Belieben der ganze Inhalt der Eimer oder nur ein Theil desselben von dem Kanal aufgefangen wird, während der Rest in die Bütte zurückläuft. — Bei Bütten mit vertikalem Rührwerk befindet sich ein solcher Schöpfregulator in einem besonderen Kasten neben der Bütte. — An dem vielfach angewendeten Regulator von Oechelhäuser in Siegen (Fig. 93) befindet sich in dem unteren Theile eines Gestelles ein größeres Gefäß *A*, das sogenannte Schiff, dem der Stoff durch einen Schlauch zuläuft, der mittelst eines Rohres

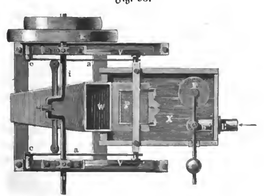
mit der Bütte in Verbindung steht und durch eine am Regulator befindliche Klemmzange festgehalten sowie nach Bedürfniß enger oder weiter gestellt wird.

Fig. 94.



Ueber dem Schiffe schwebt ein schwingender Schöpfer B an der horizontalen Welle a, welche den Hebelarm c trägt, der von einer zweiten, in Rotation ver-

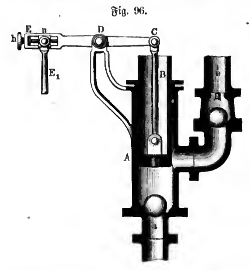
Fig. 95.



setzten horizontalen Welle b, durch Zugstange d und Kurbel e den Schöpfer in Schwingung bringt. In Folge dieser Schwingungen taucht der Schöpfer in den Inhalt des Schiffes, nimmt einen Theil davon auf und schüttet denselben bei der Aufwärtsbewegung über die Vorderkante in den Zeugkanal C. Die Größe der

jedesmal ausgeschöpften Menge regelt sich durch das Niveau im Schiffe A, das zum Theil durch die Oeffnung des Zuführschlauches, zum Theil durch verstellbare Gewichte g hergestellt wird, welche das um Zapfen $n n$ bewegliche Schiff ausbalanziren.

Fig. 96.



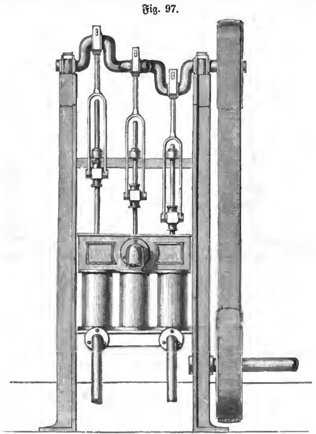
Ein anderer, ebenfalls vielfach benutzter, nach demselben Prinzipe konstruirter Regulator ist von Cowan erfunden und in Fig. 94 und 95 (a. v. S.) gezeichnet. Derselbe besteht aus einem größeren Kasten X, dem das Zeug durch das Rohr b zufließt. Der eimerförmige Schöpfer P hängt an zwei Hebeln $a c$ und wird durch die Schwingungen dieser Hebel, welche von der gekröpften Welle $i\,i$ vermittelst der Zugstange d um die Endzapfen c erfolgt, auf- und abwärts bewegt, und zugleich in den Kulissen V so geführt, daß er, oben angekommen, in eine horizontale Lage geräth und den Inhalt in den Abflußkanal W ausgießt. Zur Regulirung der Ausflußmenge befindet sich zunächst an dem Eimer ein Schützen, welcher durch die mit dem Griffe r versehene Stellschraube s so gestellt wird, daß der Eimer eine genau abgemessene Menge schöpft und ausgießt. Außerdem ist noch in dem Zuflußrohre b ein Kegelventil angebracht, das durch einen Schwimmer F eingestellt wird und dadurch das Niveau konstant erhält. Die Bewegung des Regulators erfolgt von Stufenriemenscheiben k aus, die von der Hauptwelle, im Einklange mit den Bewegungen der Papiermaschine, angetrieben werden.

Bemerkenswerth ist noch die Anwendung der archimedischen Schraube, welche, wie die bekannten Transportschnecken, aus einem Gefäße mit konstantem Niveau bei jeder Umdrehung ein bestimmtes Quantum aufnimmt, hebt und ausgießt.

In sehr zufriedenstellender Weise läßt sich die Regulirung durch eine passend konstruirte Druckpumpe bewerkstelligen (die zu den Schöpfregulatoren gerechnet werden darf), wenn dieselbe so eingerichtet ist, daß man die Hubhöhe leicht verändern kann und daß die Ventile kein Zusammenballen der Fasern bewirken. Eine solche Pumpe ist in Fig. 96 dargestellt. Sie besteht aus dem Pumpenstiefel A, mit einem, in gut verschließbarer, langer Stopfbüchse geführten Plungerkolben B, der vermittelst des Hebels CDE und der Exzenterstange E_1 einen Hub zwischen 25 bis 30 cm Höhe machen kann, dabei das Zeug vermittelst des Saugrohres a auffangt und des Druckrohres e fortdrückt. Das Rohr a steht mit der Zeugbütte in direkter Verbindung. Sorgfältig abgedrehte Kugelventile

vermitteln die Verschlüsse mit der geringsten Gefahr für Katzenbildung. Da die bei jedem Hube geförderte Zeugmenge vor Allem von der Hubhöhe abhängt, so braucht man diese nur genügend veränderlich einzurichten, um eine genaue

Fig. 97.

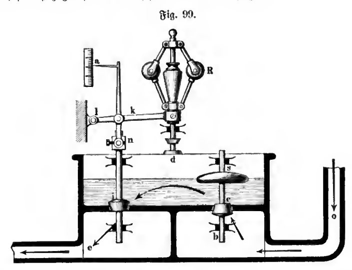


Regulirung zu erhalten. Zu dem Zwecke ist die Exzenterstange E_1 mit dem Hebel CDE verschiebbar verbunden, indem sie an einem Gleitstück n angreift, das auch während des Ganges durch eine Schraube mit Handrad h verstellt werden kann, wodurch die Hebel- und also auch die Hublänge sich ändert. Außerdem kann die zu dieser Pumpe gehörende Exzenterwelle von der Papiermaschine angetrieben und von der Geschwindigkeit der letzteren abhängig gemacht werden. — Nach einer Anordnung von Tidcombe besteht die Zeugpumpe aus drei neben einander aufgestellten Pumpen (Fig. 97) mit soge-

Fig. 98.

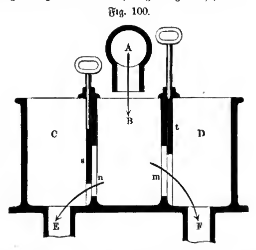
nanntem Lippenventil aus Kautschuk (Fig. 98, a. v. S.), wovon nur die mittlere mit der Bütte, die anderen aber mit Wasserbehältern in Verbindung stehen, so daß zugleich ein Vermischen mit Wasser erfolgt.

Fig. 99.



Bei den Durchflußregulatoren sind fast allgemein an bestimmten Stellen Ventile zur Regulirung der Durchlaufmenge angebracht, die durch Geschwin-

Fig. 100.



digkeitsregulatoren oder Schwimmer in Thätigkeit gesetzt werden, sowohl um die Höhe der Flüssigkeit, als auch die Durchflußmengen möglichst konstant zu erhalten. Sie werden deshalb nach dem Vorbilde von Tidcombe nach

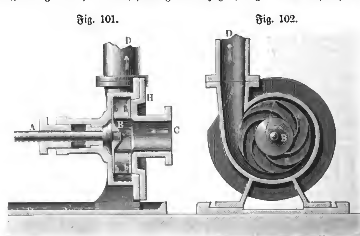
einem Prinzipe konstruirt, welches durch Fig. 99 erläutert ist. Das Zeug tritt durch das Rohr *o* aus der Zeugbütte in den Behälter *b* und von diesem in den Raum *d* durch eine Oeffnung, welche mit dem Ventile *c* versehen ist, das von dem Schwimmer *s* getragen wird und daher bei einem bestimmten Stande der Flüssigkeit in dem Raume *d* die Oeffnung verschließt, wodurch der Zufluß zu *d* so lange aufhört, bis der Schwimmer sich wieder senkt. Von *d* strömt die Masse sodann in gleicher Weise nach dem Abflußrohre *e*, indem sie eine Oeffnung passirt, welche von dem Ventile *i* regiert wird, das seinerseits seine Stellung durch den Kugelregulator *R* erhält, der, mit der Geschwindigkeit der Maschine im Einklang, durch den Hebel *lk* mit Zugstange *n* bei schnellerem Laufe das Ventil mehr öffnet, bei langsamerem mehr schließt. An einer bei *a* angebrachten Skala ist zugleich der Stand des Ventiles erkennbar, das außerdem noch durch Verschiebung der Hülse *n* auf der Ventilstange genau eingestellt werden kann. — Zu den Durchflußregulatoren sind auch noch jene Behälter zu rechnen, welche den Namen Vertheilungskasten führen und ein schnelles Reguliren und Absperren zulassen, indem sie das überflüssige Zeug in die Zeugbütte zurückleiten. Diese in Amerika vielfach gebrauchte Anordnung geht aus Fig. 100 hervor. Das Zeug läuft von der Zeugpumpe 2c. aus dem Rohre *A* in den mittleren Raum *B* des dreitheiligen Gefäßes *C, B, D* und vertheilt sich nun in die Nebenräume *C* und *D*, indem es die in den Wänden angebrachten Oeffnungen *m* und *n* passirt, um durch das Rohr *E* zur Maschine und das Rohr *F* zur Zeugbütte zurückzufließen. Da nun vor den Oeffnungen *m* und *n* Schieber *s* und *t* angebracht sind, welche sich beliebig einstellen lassen, so gestatten diese Schieber nicht nur eine beliebige Theilung des zugepumpten Zeuges, sondern auch eine sofortige Absperrung von der Maschine durch Senkung des Schiebers *s*, weil dann das sämmtliche Zeug zur Bütte zurückgeht. Damit das Rücklaufen erfolgt, giebt man dem Vertheilungskasten eine höhere Lage als der Bütte, die ja bei Benutzung einer Stoffpumpe beliebige Höhenlage erhalten kann.

2. Mischkasten.

Wie schon oben angedeutet wurde, ist es gerathen, die Verdünnung des Stoffes nicht in den Bütten, sondern in besonderen Gefäßen (Mischkasten) vorzunehmen, in welchen die durch einen Regulator zugemessene Stoffmenge mit einer bestimmten Menge Wasser zusammentrifft und gemischt wird. Da es nun zur Verminderung des Wasserverbrauches höchst vortheilhaft ist, zum Verdünnen das Wasser zu nehmen, welches bei der Papierbildung von dem Siebe 2c. abläuft, weil dieses Siebwasser außerdem noch den Nutzen darbietet, daß es die darin enthaltenen Fasern, Leim und Farbetheile von Neuem in den Kreislauf einführt, so wird dieses Wasser unter der Maschine gesammelt und in den Mischkasten gebracht. Letzterer muß selbstverständlich stets höher liegen als das Sieb der Maschine, damit der Stoff dem Siebe zulaufen kann, und fordert deshalb eine Hebevorrichtung, welche das Mischwasser in den Mischkasten hinaufschafft

und zwar am zweckmäßigsten in einem ununterbrochenen Strome, weil dadurch ein vollständigeres und ruhigeres Mischen entsteht. Aus diesem Grunde verdient hier als Hebemaschine die Zentrifugalpumpe den Vorzug, da sie außerdem die Wassermenge durch die Geschwindigkeit vorzüglich regelt. Gewöhnlich wendet

Fig. 101. Fig. 102.



man eine sogenannte einseitige Zentrifugalpumpe in der durch nebenstehende Figuren 101 u. 102 dargestellten Konstruktion an. Den Haupttheil bildet das Kreiselrad *B*, das aus den zwei Kränzen *b b* gebildet wird, zwischen denen sechs gekrümmte Schaufeln *c c* sitzen. Auf der Welle *A* festgekeilt, dreht sich das Rad *B* in dem Spiralgehäuse *H*, das sich möglichst nahe an das Rad anschließt und zum Eintritte des Wassers den zentrisch sitzenden Rohrstutz *C*, zum Austritte desselben das tangential einmündende Rohr *D* trägt. Die Drehung des Rades schleudert das durch *C* zulaufende Wasser mit einer Geschwindigkeit in den Mischkasten, welche von der Anzahl Umdrehungen der Welle *A* abhängt. Um diese nun leicht und genau regeln zu können, bekommt die Welle den Antrieb durch Riemen und Riemenkegel. — In vielen Fällen dient diese Flügelpumpe auch direkt dadurch als Mischapparat, daß man den Stoff und das Wasser gleichzeitig durch den Rohrstutz *C* eintreten läßt.

II. Sandfang und Knotenfänger.

Aus denselben Gründen, welche bereits S. 282 aufgestellt wurden, ist auch bei der Maschinenpapierfabrikation die Abscheidung der sogenannten Knoten erforderlich; außerdem zeigt die Erfahrung, daß der Papierstoff noch feine, schwere Theile enthält, die man mit dem Namen Sand bezeichnet und erst



nach dem Vermischen mit Wasser bemerkt, da sie in dem dickeren Gemische schwebend erhalten werden und erst nach der Verdünnung sich ausscheiden. Weil auch dieser Sand entfernt werden muß, so ist es nothwendig, daß der Stoff, bevor er auf das Sieb gelangt, Apparate passirt, die ihn von Sand und Knoten befreien.

A. Sandfang.

Da die Sandtheile so fein sind, daß sie durch jedes für den Durchgang des Papierzeuges bestimmte Sieb hindurchlaufen können, so lassen sie sich nur entfernen, wenn man ihnen Gelegenheit giebt, sich abzusetzen, wozu naturgemäß nur erforderlich ist, daß der Stoff eine Zeit hindurch mit solcher Geschwindigkeit fließt, daß die genannten Theile nicht in der Schwebe bleiben, und dabei eine solche geringe Höhe einnimmt, daß der Sand nicht viel Zeit gebraucht, um niederzusinken. Indem man das Absetzen außerdem noch wesentlich fördern kann, wenn man die Bewegung des Sandes durch Theile hindert, welche so in den Weg des Stoffstromes gelegt werden, daß sie die schwereren aufhalten (fangen):

Fig. 103.



so besteht der ganze in Rede stehende Apparat (Sandfang, sablier, *sand-trap*) aus einer breiten, langen Rinne, in welcher sich Querstäbe befinden, die eine solche Form besitzen, daß nur der Sand davor liegen bleibt, während die Fasern ungehindert darüber fortziehen. Diese Querstäbe werden entweder aus Kupferblechstreifen oder gewöhnlich aus Holz hergestellt. Im ersteren Falle sind sie 20 mm breit, auf die hohe Kante und, in der Stromrichtung etwas nach vorn übergeneigt, in geringem Abstande (etwa 10 mm) von einer Seite der Rinne nach der gegenüberliegenden eingestellt. Im zweiten Falle wählt man den in nebenstehender Fig. 103 erkennbaren Querschnitt und eine Höhe von 25 mm. — Um den schwereren Theilen möglichst viel Zeit zum Absetzen zu verschaffen, giebt man den Sandfängen nicht nur eine bedeutende Länge und Breite, sondern auch eine nur sanfte Neigung ($^1/_{50}$ bis $^1/_{48}$). — Die Länge des Sandfanges, welche je nach der Oertlichkeit zwar verschieden ist, aber durchschnittlich 10 bis 20 m beträgt, wird vielfach dadurch gewonnen, daß man seine Richtung mehrere Male ändert (in Schlangenwindungen anlegt), oder daß man denselben an den Wänden des Maschinenraumes entlang führt mit der Vorsicht, daß alle Ecken vermieden werden. Die Breite beträgt je nach der Anlage 0,75 bis 1,5 m, so daß die Oberfläche des Sandfanges oft 30 qm und mehr umfaßt.

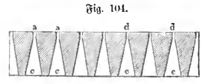
B. Knotenfänger.

Die Absonderung der Knoten aus dem Papierbreie kann nur dadurch hervorgebracht werden, daß man das Zeug zwingt, durch Siebe zu laufen, deren Oeffnungen die Papierfasern leicht passiren lassen, während die dickeren Fäden zurückbleiben. Damit dieser Vorgang mit der erforderlichen Zuverlässigkeit und in dem Maße von statten geht, daß genügende Mengen Zeug ohne Unterbrechung zur Form gelangen, kommt es wesentlich auf drei Punkte an:

1. auf die Form und Größe der einzelnen Sieblöcher,
2. auf die Gesammtdurchlauffläche (freie Siebfläche),
3. auf das Offenhalten der freien Siebfläche.

Wenn man berücksichtigt, daß die Fasern wegen ihrer langen, dünnen Gestalt sehr schwer runde oder quadratische Löcher passiren können, deren Dimensionen das Durchtreten der Knoten verhindern sollen, so begreift man, warum zu genanntem Zwecke gelochte Bleche mit runden oder quadratischen Löchern ebenso wenig brauchbar sind, wie die gewöhnlichen, aus rundem Draht erzeugten Drahtgewebe und zwar letztere um so weniger, als sie in ihren viereckigen Maschen Trichter besitzen, welche die Knoten begierig einziehen und daher eine schnelle Verstopfung herbeiführen. Die Sieblöcher sollen vielmehr lange (10 bis 15 cm), feine (0,5 mm breite) Schlitze bilden, welche (Fig. 104) an der Eintrittsstelle a möglichst scharfkantig sind und sich nach der Durchlaufsrichtung c erweitern, um einem Festklemmen der Fasern vorzubeugen. Damit sich in Folge der Oberflächenabnutzung die bei ad sichtbaren Schlitze nicht erweitern, giebt man denselben eine Höhe von 1 bis 2 mm. Diese Sieblöcher lassen sich entweder dadurch erzeugen, daß man möglichst harte Metallplatten, in der Regel Messingplatten, vielfach auch Stahlplatten rostförmig ohne die feinen Schlitze gießt und die letzteren nachträglich mit Sägen oder Fräsen einschneidet

Fig. 104.



oder auf Lochmaschinen mit langen, schmalen Stempeln locht, sowie die schrägen Flächen durch Fräsen glättet; oder aber, indem man Stäbe von der in der Figur erkennbaren prismatischen Gestalt von passender Länge mit zwischengelegten, 0,5 mm dicken Blechstückchen zu einer Platte zusammenlöthet oder schraubt. In der Regel befolgt man die erste Methode und stellt ausgefräste Platten mit Schlitzen her, welche 6 mm von einander entfernt sind. Diese Platten werden dann neben einander zu einer größeren Fangplatte vereinigt. — Nicht rathsam ist die Anfertigung der Fangplatten aus gewalztem Messingblech, weil letzteres in Folge des Walzens ungleichmäßige Spannungen

besitzt, welche sich nach dem Einschneiden der Schlitze durch Runzeln offenbaren, die zugleich von unregelmäßigen Verschiebungen der Schlitze begleitet sind. Man kann zwar diese Verschiebungen durch große, mindestens 10 mm breite Abstände zwischen den Schlitzen vermeiden; allein hierdurch verliert man etwa $^2/_5$ an freier Durchlaufsfläche und ist genöthigt, diesen Verlust durch entsprechende Vergrößerung der Fangplatte auszugleichen.

Um die Fangplatten zur Wirkung zu bringen, kann man sie entweder vertikal oder schräg aufstellen, so daß die Zeugmasse dagegen strömt; oder horizontal legen, so daß die Zeugmasse von oben nach unten oder von unten nach oben durchströmt. Dabei kann man, um die erforderliche Durchlaufsfläche zu gewinnen, entweder mehrere Platten horizontal oder vertikal über und neben einander stellen, oder auch zu einem geschlossenen, prismatischen Gefäße vereinigen und endlich durch Kombination dieser Aufstellungsweisen eine Menge Konstruktionen der sogenannten Knotenfänger (épurateur, *strainer*) hervorbringen.

Bei der vertikalen Aufstellung müßte die Fangplatte zur Gewinnung einer genügend großen Durchlaufsfläche, wegen der durch die Höhe des zulaufenden Zeugstromes beschränkten, vertikalen Ausdehnung, eine so bedeutende Breite erhalten, daß auf diese, sowie aus denselben Gründen auch auf die schräge Aufstellung in der Regel verzichtet werden muß. In Wirklichkeit beschränkt man sich auch um so mehr fast nur auf die zwei Konstruktionen:

1. der horizontalen, flachen Knotenfänger,
2. der horizontalen Trommelknotenfänger,

als die ersteren nicht nur die Möglichkeit darbieten, durch Aneinanderreihen eine beliebig große Siebfläche zu erzeugen, welche insbesondere den Vortheil der leichten und sofortigen Uebersicht besitzt, sondern als auch die letzteren für große Siebflächen nur einen verhältnißmäßig kleinen Raum beanspruchen. Bei der Anlage der Knotenfänger kann man auf verschiedene Weise verfahren, je nachdem man zur Erreichung einer größten Reinigung des Zeuges entweder:

1. das letztere durch eine Reihe Siebe von allmählich zunehmender Feinheit, also mehrere Male, oder
2. überhaupt nur einmal, oder
3. erst durch ein grobes und dann durch ein entsprechend feines laufen läßt.

Die erste Methode ist offenbar die wirksamste, wenn es sich um die weitgehendste Absonderung handelt; sie führt aber einen großen Faserverlust herbei, da sich sehr leicht die feinen Fasern an die Knoten anhängen und mit diesen Katzen bilden, die sich mit der Anzahl der Durchläufe vermehren. — Die zweite Art der Anlage ist die einfachste und vortheilhafteste, trägt aber den Nachtheil in sich, daß die ganze Zeugmasse wieder mit Knoten verunreinigt wird, wenn eine Erweiterung der Schlitze auch nur einer Platte unbemerkt geblieben ist. — Das dritte Verfahren liegt gewissermaßen zwischen den beiden anderen; indem dabei die groben Theile vorweg entfernt werden, kann die Platte selbst fein geschlitzt

sein. — Im Allgemeinen möchte jedem Systeme je nach der Feinheit der zu erzeugenden Papiere eine Stellung zukommen, doch wird man wohl stets am sichersten zum Ziele gelangen, wenn man sie nach dem Vorschlage von Planche in der Weise verbindet, daß man das Zeug erst durch grobe Schlitze, dann durch einen sehr großen Knotenfänger und zuletzt nochmals durch eine Fangplatte laufen läßt, um etwaige Fehler der großen (gewöhnlich aus vier Einzelplatten bestehenden) Fangplatte auszugleichen.

Von großer Wichtigkeit ist bei den Knotenfängern das stetige Entfernen der Knoten von der Oberfläche der Siebe, um dadurch nicht allein eine Abnahme der freien Siebfläche, sondern auch die weitere Katzenbildung zu verhindern. Im Allgemeinen lassen sich drei Wege bezeichnen, welche hier zum Ziele führen können. Unter der Annahme, daß die Knoten schwerer sind als die Fasern, leitet man:

1. das Zeug von unten nach oben durch das Sieb, damit sich die Knoten unter dem letzteren in dem Knotenfängerkasten zu Boden setzen, oder
2. verhindert das Anlegen, indem man die Knoten ununterbrochen von der Platte abstößt, oder
3. entfernt sie, indem man sie abspritzt, oder ununterbrochen abkehrt.

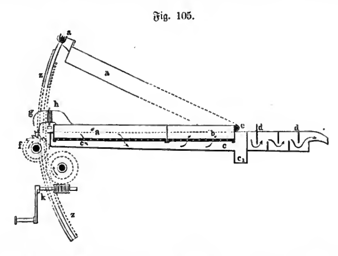
Bei der ersten Methode wird nur ein günstiger Erfolg möglich, wenn die Verunreinigungen ausschließlich schwerer als die Stoffmasse sind; da jedoch wohl ebenso viel oben schwimmende Theile von dem Siebe zurückgehalten werden müssen, so gewährt der Durchtritt von unten nach oben keine genügende Sicherheit gegen das Verstopfen und reicht allein für den besagten Zweck nicht aus. — Die dritte Methode muß als die vollkommenste im Prinzipe hingestellt werden; allein ihre Ausführung begegnet dadurch großen Schwierigkeiten, weil es kaum möglich sein wird, die Knoten vollkommen getrennt von den Fasern auszuspritzen oder abzukehren und damit einen sehr bedeutenden Verlust an Fasern zu vermeiden, wozu beim Abspritzen noch eine nicht zu umgehende Verdünnung der Fasermasse durch das Spritzwasser hinzukommt. Die hierauf beruhenden Anordnungen sind dennoch ziemlich häufig in Anwendung gekommen. — Die zweite Methode, welche das Freihalten der Sieblöcher durch ein fortwährendes Abstoßen der Knoten von den Fangplatten bewirkt und auf dem verschiedenen Verhalten basirt, das Körper von ungleicher Masse gegen den Stoß zeigen, so daß solche mit mehr Masse auch stärker abgestoßen werden, gelangt dadurch zur Ausführung, daß man die Zeugmasse in der Nähe der Platte in eine zitternde Bewegung bringt. Indem diese Bewegung entweder durch ein Rütteln der Fangplatte oder durch eine Pulsation in der Zeugmasse, in beiden Fällen aber durch verhältnißmäßig einfache Vorrichtungen und mit vorzüglichem Erfolge, sowohl bei flachen als bei Trommelknotenfängern, hervorgebracht werden kann, so bildet die hierauf beruhende Konstruktion der Knotenfänger die Regel.

Da die Menge des durch die Knotenfänger laufenden Zeuges außer von der Größe der freien Siebfläche noch von der Durchflußgeschwindigkeit abhängt, so sucht man auch diese zu vermehren und zwar entweder durch Erhöhung des

Zeugniveaus oder durch Anwendung des Luftdruckes. Zur Erzeugung des letzteren versieht man den Knotenfänger dann wohl mit einem Kautschuksacke, der sich ausdehnt und durch Zusammenziehen eine Luftverdünnung erzeugt, oder mit einer Luftpumpe; allein hierbei ist offenbar der Erfolg sehr zweifelhaft, da ja dem Ansaugen beim Entleeren ein Zurückhalten des Zeuges beim Aufblasen des Sackes gegenübersteht.

Aus den obigen Erörterungen über die Anforderungen, welche an Knotenfänger gestellt werden, und über die Grundsätze, nach welchen man sie jetzt baut, ist leicht ersichtlich, daß eine sehr große Zahl abweichender Ausführungen möglich ist. In der That giebt es augenblicklich so viele Konstruktionen, daß es sich hier nur um die nähere Beschreibung einiger und zwar solcher handeln kann, welche typisch genannt zu werden verdienen und durch größere Verbreitung ihre

Fig. 105.

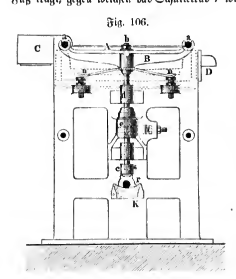


Brauchbarkeit außer Frage gestellt haben. Außerdem sind selbstverständlich die einfachsten Anordnungen vorgezogen.

In Fig. 105 ist ein Plattenknotenfänger von Dautrebande skizzirt, der aus dem Rahmen $a\,b$ besteht, welcher zwei Siebplatten e und c besitzt, die durch eine vertikale Wand getrennt sind. Das Zeug läuft zuerst von oben nach unten und dann von unten nach oben, um von dem Rahmenteil b seitlich auszufließen in die sämmtlichen (gewöhnlich vier) Knotenfängern gemeinschaftliche Kammer $d\,d$, welche fünf Querwände zum Zurückhalten des Schaumes, der Katzen 2c. besitzt. Der Rahmen schwingt um den horizontalen Drehbolzen e und erhält seine Rüttelung von zwei Schlagrädchen f, welche gegen die Arme g wirken, die zur Vermeidung des lärmenden Geräusches mit dem Bolzen h auf Kautschukbuffer fallen. Besonders beachtenswerth ist die Leichtigkeit, mit welcher das Reinigen der Platten vorgenommen werden kann, indem der Rahmen mit Hülfe des Zahnbogens z, der bei a den Rahmen aufnimmt, und des Schneckenvorgelages k aufgekippt wird.

Wenn zwar gewöhnlich die flachen Knotenfänger, wie eben beschrieben, nur um eine horizontale Endachse in Schwingung gesetzt werden (einseitig schlagen), so ist doch ohne Frage jene Einrichtung wirksamer, bei welcher die ganze Schlitzfläche gleichmäßig geschüttelt wird. Eine viel verbreitete Konstruktion dieser Art von Strobel in Chemnitz führt die nebenstehende Fig. 106 vor Augen. Der Fangplattenrahmen *A* hängt an jeder schmalen Endseite mit zwei Zapfen *aa* auf einer Traverse *B*, die ihrerseits auf der vertikalen Schüttelstange *bc* ruht, welche bei *d* und *e* gehörig geführt, bei *c* einen verstellbaren Fuß trägt, gegen welchen das Schüttelrad *r* wirkt. Um bei diesem Knotenfänger die Abnutzung und den Kraftverbrauch zu vermindern, ist das todte Gewicht durch die Feder *nn* aufgehoben und das Schlagrädchen *r* in einen Oelkasten *K* gelegt. Das durch den Kanal *C* zulaufende Zeug passirt die Platten von oben nach unten und läuft bei *D* aus. Sind mehrere Knotenfänger nothwendig, so liegen sie hinter einander, so daß sie den unteren Zeugkanal gemeinschaftlich haben. — Von anderen Konstruktionen flacher Knotenfänger verdienen folgende Erwähnung. Zeyen in Raguhn (Deutsch. R.-P. Nr. 13935) bildet die Platten aus einem viereckigen Gelenkrahmen, dessen innerer Raum mit einzelnen Stäben ausgelegt ist, so daß man durch Verschiebung des Rahmens aus dem Rechtecke in die Rautenform den Zwischenraum zwischen den Stäben ändern kann. — Der flache Knotenfänger von Tidcombe in Watford (D. R.-P. Nr. 28507) hat das Eigenthümliche, daß die Platte keine Rüttelung bekommt, sondern durch ein darüber sich kontinuirlich fortbewegendes, endloses Band mit Abstreifern aus Kautschuk sowie dadurch, daß der an Kautschuk gehängte Boden des Fangkastens auf- und abgestoßen wird, frei gehalten wird.

Fig. 106.



Eine vielfach in Gebrauch stehende Anordnung mehrerer flachen Knotenfanger zeigt nebenstehende Fig. 107 in perspektivischer Ansicht. Der Stoff fließt durch die Rinnen *A* in der Richtung der Pfeile über zwei Platten, wovon die eine etwas höher als die andere liegt und welche beide durch die in der Figur leicht erkennbaren Schlagräder Schüttelung erhalten. Die Fasern gehen durch die Siebplatten, sammeln sich unter den letzteren und laufen über die geneigte Fläche auf das Sieb. Die auf dem Siebe liegen bleibenden Fasern fließen in Folge des Schüttelns durch die Oeffnungen *B* in die Rinne *D*, um von hier,

von Neuem mit Wasser gemischt, zur Abtrennung der noch mitgerissenen feinen Fasern von den Knoten, auf das Hülfssieb *C* zu gelangen, das die groben

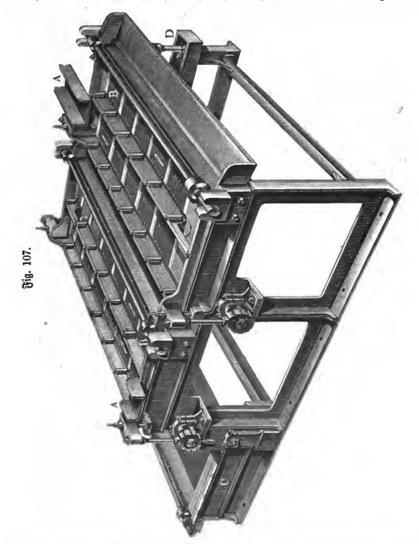


Fig. 107.

Fasern, Knoten, Katzen &c. zurückhält, während die feineren durchgelaufenen sich mit den anderen wieder mischen.

Während die flachen Knotenfänger den unverkennbaren Vortheil der leichten Uebersichtlichkeit und Zugänglichkeit besitzen, zeichnen sich die rotirenden Trommelknotenfänger insbesondere dadurch aus, daß dem Zeuge fortwährend neue und

Fig. 108.

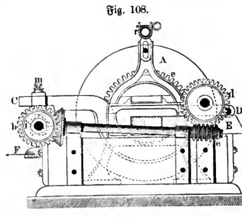
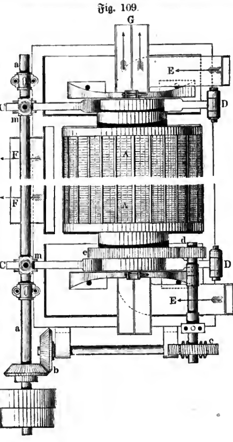


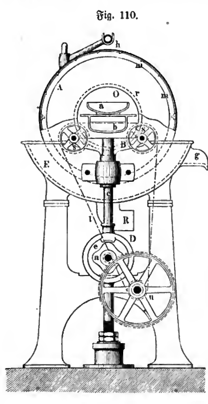
Fig. 109.



reine Durchgangsflächen geboten werden, was eine größere Leistungsfähigkeit zur Folge hat. Hauptsächlich aus diesem Grunde kommen die Trommelknotenfänger immer mehr und mehr in Aufnahme. — Eine sehr bewährte und verbreitete Konstruktion ist die von Wandel in Reutlingen, welche daher durch Fig. 108 und 109 dargestellt ist. Sie besteht dem Wesen nach aus einem Zylinder A von 60 cm Durchmesser und einer der Papiermaschine angepaßten Länge, dessen Oberfläche aus gebogenen Fangplatten gebildet ist und der sich mit 6 bis 8 Umdrehungen in 10 Minuten dreht und zwar von der sich etwa 80- bis 100 mal in der Minute drehenden Welle a aus vermittelst der Kegelräder bb, sowie des Schneckengetriebes c und der Stirnräder de, wovon e an dem Zylinder sitzt. Um nun letzterem eine schüttelnde Bewegung zu ertheilen, hängt derselbe mit den zwei Endzapfen in Trägern CD, die um die horizontale Achse DD schwingen und von den auf der Welle aa sitzenden, gegen die Daumen m wirkenden Schlagrädchen i gerüttelt werden. Hierbei hat der Umstand, daß die Trommel um die Drehachse DD schwingt, nicht

zur Folge, daß die Zahnräder, wenn sie Evolventenverzahnung haben, außer Eingriff kommen. Der Stoff läuft dem Zylinder an beiden Stirnflächen durch die Kanäle *EE* zu, also von innen nach außen durch das Sieb und tritt bei *F* aus. Die ausgeschiedenen Knoten ꝛc. werden zurückgehalten, von einer Anzahl im Zylinder angebrachter Längsrippen nach und nach mit in die Höhe genommen und von hier durch einen Wasserstrahl aus dem über der Maschine liegenden Rohre *r* in eine Rinne *G* gespült, welche im Inneren des Zylinders liegt und einen seitlichen Ausfluß besitzt.

Fig. 110.

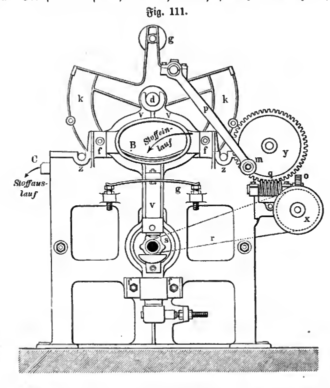


Ein ebenfalls viel verwendeter rotierender Knotenfänger stammt aus der Fabrik der Gebrüder Hemmer in Neidenfels und ist in Fig. 110 gezeichnet. Die bei *A* sichtbare Trommel von 780 mm Durchmesser besteht entweder aus einem Stück 2 mm dicken Messing- oder Kupferblech, in welches die Schlitze nach Fertigstellung des Zylinders hineingefräst werden, oder zweckmäßiger aus einzelnen gegossenen, 5 mm dicken und fertig gefrästen Metallplatten, die auf einem Gerippe zusammengepaßt und durch Schrauben befestigt sind. Diese Trommel ruht an jeder Stirnseite mit einem keilförmigen Ringe *r* auf zwei genuteten Rollen *ss*, welche in einer Traverse *B* gelagert sind, die von der vertikalen Stange *c* getragen wird. In der Brille *D* dieser Stange liegt das Schüttelrad *e*, durch dessen Bewegung die Trommel geschüttelt wird und zwar an beiden Enden gleichmäßig. Die langsame Drehung der Trommel erfolgt ebenfalls von den zwei Rollen *ss* vermittelst des sogenannten Stotz'schen Kettenbetriebes *t* von der Welle *u* aus, welche durch Zahnräder die Bewegung von der Schüttelwelle *n* empfängt. Zur Abschwächung und Regelung des Stoßes ruhen die Schüttelstangen *c* noch auf verstellbaren Kautschukpuffern. Der Papierstoff läuft durch eine Rinne *b* zu, welche von der Stirnseite her in die zentrale Oeffnung *O* der Trommel eingeschoben wird, und tritt durch das Sieb in den Trog *E*, um von hier entweder durch einen seitlichen Auslauf *g* oder durch ein unten am Kastenboden angebrachtes Rohr *R* abzufließen. Die Beseitigung der Knoten erfolgt wie bei der Maschine von Wandel, indem

Längsrippen *m* dieselben mit hinaufnehmen und ein aus dem Rohre *h* tretender Wasserstrahl sie in die Rinne *a* spült, die sie seitwärts abführt.

Um die oben genannten Vortheile der flachen und rotirenden Knotenfänger zu vereinigen, hat Strobel in Chemnitz einen schwingenden Knotenfänger konstruirt, dessen Fangplatten nur einen Theil eines Zylinders oder Prismas bilden, wohl geschüttelt aber nicht kontinuirlich gedreht, sondern nur geschaukelt werden. In Fig. 111 ist das Wesen dieser Maschine (D. R.-P. Nr. 31 754) dargestellt. Der Plattenkörper *k*, der durch Gewichtsstücke *g* ausbalanzirt ist, ruht

Fig. 111.



an jedem Ende mit einem Zapfen *d* auf der Brille *vvv*, welche wie üblich von dem Schlagrade *s* geschüttelt wird, in *fff* eine sichere Führung hat und auf der Feder *g* ruht, die das todte Gewicht ausgleicht. Zur Hervorbringung der Wiegebewegung wird von der Schüttelwelle *s* aus vermittelst des Riemens *r* das Rad *x* und damit eine daran befestigte Schnecke bewegt, welche durch das Schneckenrad *o* und die zweite Schnecke *q* das Rad *y* in Drehung setzt, an dem ein Kurbelzapfen *m* sitzt, welcher durch die mit dem Plattenkörper verbundene Kurbelstange *p* diesen langsam in Schwingung bringt. — Der Einlauf des Stoffes erfolgt durch eine in der Brille *v* liegende Rinne *B*, der Auslauf seitwärts bei *C*. Zwei bei *z* angebrachte Spritzröhren sorgen für die Reinhaltung der Schlitze.

Da dieser Knotenfänger bei großer Plattenausdehnung leicht zugänglich ist, ein schnelles Auswechseln schadhaft gewordener Platten zuläßt und dem Stoff fortwährend reine Schlitzflächen darbietet, so verdient er eingehende Beachtung und Prüfung.

Unter den mit Pulsation ausgestatteten Knotenfängern ist der von J. Bertram in Edinburg angegebene deswegen bemerkenswerth, weil bei demselben die Pulsation sowohl zur Förderung des Durchseiheprozesses als zum Freihalten der Fangplatten dient. Wie aus Fig. 112 und 113 ersichtlich, besteht die Fang-

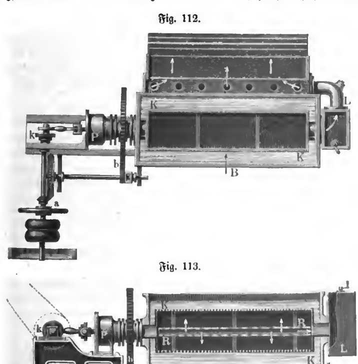


Fig. 112.

Fig. 113.

trommel K aus einem viereckigen Prisma, das an beiden Enden mit hohlen Zapfen aufruht und in den Stoffbehälter B eintaucht, dem der Stoff in der Pfeilrichtung vom Regulator zugeht. Der eine Zapfen mündet in die Pumpe P, der andere in das mit dem Ablaufrohre versehene Gefäß L. Indem nun dem Prisma K durch die Vorgelege a und b etwa sechs Umdrehungen in der Minute gegeben werden, macht der Kolben in der Pumpe P von dem Exzenter k aus 150 bis 250 etwa 3 cm lange Hübe und bewirkt beim Ansaugen ein schnelles Durchtreten der Fasern durch die Fangplatten in das Innere der Trommel, bei der entgegengesetzten Bewegung ein Fortschieben der durchgetretenen Masse durch

das Rohr L in der Richtung der Pfeile zur Maschine, und durch das in der Mitte der Trommel angebrachte, gelochte Rohr R ein Zurückstoßen der Menge gegen die Fangplatten, wodurch die in den Spalten etwa hängen gebliebenen Knoten abgespült werden. Die Fangtrommel erhält in der Regel 1,25 m Länge und 0,75 m Breite. — Das Prinzip der Pulsation (Dingl. pol. Journ. 232, 291) ist wohl am vollständigsten von Watson in Newcastle in der Weise ausgebildet, daß an drei Stellen der Fangtrommel Kautschukmembrane ausgespannt sind, welche von einer durch den hohlen Zapfen gehenden Stange mit schnellem Hin- und Hergange in zitternde Bewegung versetzt werden. — Warren (Dingl. pol. Journ. 238, 464) legt in die rotirende Fangtrommel eine zweite massive, welche mit rotirt, aber zugleich durch exzentrische Lagerung Schwingungen gegen die äußere Trommel ausführt. — Von Reinicke und Jaspar in Köthen (D. R.-P. Nr. 24953) wird die Pulsation dadurch bewirkt, daß sie unter den Fangtrommeln, mit dem Stoffdurchlasse von außen nach innen, konzentrisch gebogene Blechplatten anbringen und diese durch Rüttelräder in Schwingung setzen. Die Reinigung der Schlitze erfolgt durch einen Wasserstrahl, der aus einem eigenthümlichen Spritzrohr im Scheitel von innen nach außen durch die Trommel spritzt und über derselben durch einen Schirm aufgefangen und in einen Ablaufkanal geführt wird. — Während die gewöhnlichen rotirenden Knotenfänger wegen ihrer langsamen Drehung eine Zentrifugalwirkung vermeiden, hat Heine in Delster umgekehrt den Knotenfänger nach Art der Zentrifugen eingerichtet (D. R.-P. Nr. 6754) und zwar, um eine genügende Drehgeschwindigkeit anwenden zu können, aus konischen, d. h. nach unten sich konisch erweiternden Trommeln, weil dadurch die im Inneren sich anlegenden Knoten nach unten in den vertieften Teller getrieben werden. — Eine Modifikation dieses Zentrifugalknotenfängers besteht in einem sich schnell drehenden, flachen, konischen Teller als Fangplatte. Es liegt die Befürchtung nahe, daß die Schlitze dieser Knotenfänger sich schnell und ungleichmäßig ausnutzen und die Wirkung dann bald keine genügend zuverlässige bleiben wird.

III. Form mit Zubehör.

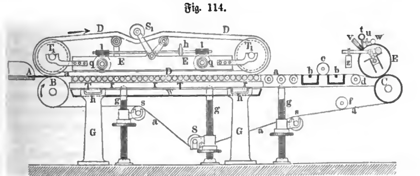
Weil die Bildung des Papiers auch auf der Papiermaschine durch schnelle Entziehung des Wassers vermittelst eines Organes geschehen muß, welches dieselben Bedingungen zu erfüllen hat, wie die Form des Schöpfers, so heißt dasselbe hier ebenfalls Form (forme, *mould*) und besteht unter allen Umständen aus einem Drahtgewebe ohne Ende, welches sich ununterbrochen in der Richtung der zufließenden Papiermasse bewegt, die letztere in passender Weise aufnimmt, entwässert und abgiebt. Indem nun die Endlosigkeit einer solchen Form entweder dadurch erreicht werden kann, daß man ein Sieb mit den Enden zusammennäht und als Band über zwei parallele Walzen zieht, zwischen denen es dann eine ebene Fläche bildet, oder daß man das Sieb über einen Zylinder zieht, so unterscheidet man demgemäß auch eine gerade oder Langform und eine Zylinderform.

A. Langform.

1. Sieb.

Damit das gerade gespannte Sieb (Langsieb, Metalltuch, toile métallique, *wire*) *aaa* (Fig. 114), das sich stetig bewegt, vortheilhaft, d. h. auf der größten Fläche ausgenutzt wird, ist der Zufluß des Zeuges am äußersten Ende, d. h. unmittelbar über einer Tragwalze *B*, anzuordnen und diese (Brustwalze, cylindre de tête, *breast-roll* genannt) daher nahe an den Kanal *A* (Teller) zu legen, dem das Zeug vom Knotenfänger zuläuft. — Um dann zunächst ein Verspritzen, Zusammenschieben und Ballen des Zeuges auf der Form zu vermeiden, ist dafür Sorge zu tragen, daß das Auffließen ohne Stoß und

Fig. 114.



demnach fast in der Ebene der Form mit einer Geschwindigkeit erfolgt, welche derjenigen des Siebes sehr nahe liegt, jedenfalls aber nicht größer ist. Man erreicht ein solches Auflaufen durch ein besonderes Vermittelungsstück zwischen dem Teller und der Form, welches, damit es sich an letztere gut dichtend anlegt, aus Leder oder mit Kautschuk getränkter Leinwand hergestellt und Schürze, Aufsluß- oder Siebleder genannt wird.

Der Zeugstrom verbreitet sich nur gleichmäßig über die Formfläche, wenn er in absolut horizontaler Linie auffließt, weil eine noch so geringe Abweichung von der Horizontalen eine Bewegung nach der tiefer liegenden Stelle und hier eine Zeuganhäufung zur Folge hat. Aus demselben Grunde muß auch die Oberfläche der Form vollkommen eben und horizontal sein. Um diese ebene Fläche zu erhalten, reichen die Tragwalzen nicht aus, da sich die Form in Folge des eigenen Gewichtes und der Belastung zwischen denselben senkt. Man muß daher weitere Unterstützungen anbringen und wählt dazu, um eine möglichst geringe Abnutzung der Form zu bewirken, wiederum Walzen und zwar, um für eine größere Zahl (20 bis 50) Raum zu erhalten, solche von geringem Durchmesser (etwa 6 cm). Diese sogenannten Sieb-, Trag- oder Register-

walzen *rrr* (rouleau-porteur, *carrying-roll*) werden entweder aus Kupferröhren oder Messingstäben oder auch wohl aus Schmiedeeisenröhren mit Kupfer bekleidet hergestellt und so gelagert, daß ihre Endzapfen leicht und sicher die horizontale Lage erhalten können. Zur Beibehaltung der ebenen Lage der Form, sowie zur Hervorbringung eines, die zuverlässige Bewegung der Form gewährleistenden Andrucks, bedarf das Sieb einer gewissen Spannung, welche, da die beiden Endwalzen unabänderlich festliegen, noch besondere, zweckentsprechend an dem unteren, rückgängigen Theile desselben angebrachte Spannwalzen *S, s, s* nothwendig macht, welche so angeordnet werden müssen, daß sich ihre Lage nach der Länge des Siebes und ihre Wirkung nach der gewünschten Aufspannung genau regeln läßt. Am einfachsten erreicht man beides durch eine genügend schwere Walze *S*, welche man auf das Sieb und so in unten offene Lager legt, daß sie Spielraum erhält und das Sieb durch ihr Gewicht nachzieht, sowie durch eine Verstellbarkeit der Spannwalzenlager, indem man diese auf Muttern stützt, welche sich längs der vertikalen Schrauben *ggg* verschieben lassen.

Indem das Zeug an dem einen Ende auf die Form läuft, wird es von dieser in der von der Brustwalze weggehenden Richtung mitgenommen und dabei je mehr vom Wasser befreit, je mehr es sich von der Auflaufstelle entfernt, indem dieses vermöge seines Gewichtes und der Adhäsion an die Registerwalzen durch die Maschen des Drahtgewebes abläuft. Hierbei tritt endlich ein Punkt ein, bei welchem das Wasser abzulaufen aufhört und die Papiermasse in gleicher Beschaffenheit wie auf der Handform erscheint. Dieser Punkt bestimmt zunächst die Länge des arbeitenden Theiles der Form, weil ein weiteres Fortführen der Masse auf dem Drahtgewebe keinen Zweck mehr haben kann, und ist abhängig von der Menge und dem Wassergehalte des Zeuges, von der Weite der Maschen und der Geschwindigkeit der Formbewegung. Da nun erfahrungsgemäß die S. 282 erklärte Velinform aus einem Gewebe mit 361 bis 1444 Oeffnungen auf 1 qcm die zweckmäßigste und gebräuchlichste ist und eine Formgeschwindigkeit von etwa 10 m pro Minute als Grundlage angenommen werden kann, so ergiebt sich hieraus ein Abstand zwischen den Endwalzen, also eine freie Länge der Arbeitsfläche von 3 bis 5 m, wenn durch einen größeren Abstand zugleich einer verschiedenen Beschaffenheit des Zeuges Rechnung getragen werden soll. — In Bezug auf diese Rücksichtnahme wird übrigens gewöhnlich noch eine Antriebsvorrichtung gewählt, welche bedeutende Geschwindigkeitsänderungen der Form gestattet, damit man zugleich im Stande ist, außer durch die Konsistenz des Zeuges auch durch Geschwindigkeitsänderungen wechselnde Papierdicken und somit Gewichte hervorzubringen, weil ja bei gleichmäßig auflaufender Papiermasse die Dicke um so kleiner wird, je größer die Formgeschwindigkeit ist. In solchem Falle kann die Geschwindigkeit der Form aus der Formel $v = \frac{31}{d}$ abgeleitet werden, in welcher d die Dicke des Papiers und v die Geschwindigkeit in Millimeter und Sekunde bedeutet. Bei einer Dicke von 0,1 mm würde also die Geschwindigkeit $v = \frac{31}{0,1}$ mm in der Sekunde, also 18,6 m in der Minute sein.

Da die Produktion einer Papiermaschine proportional ist der Geschwindigkeit, mit welcher sich die Form bewegt, so sucht man diese Geschwindigkeit so viel wie möglich zu erhöhen. Die unmittelbare Folge der Geschwindigkeitserhöhung muß eine Verlängerung der Form sein, damit die Papiermasse genügend Zeit hat, sich gehörig zu entwässern und zu verfilzen. Je länger aber die Form wird, je leichter geräth sie bei der großen Geschwindigkeit ins Schwanken, je größer ist die damit zusammenhängende Last und die Inanspruchnahme der Elastizität des Gewebes. Diese letztere kommt dann aber in auffallender Weise zur Wirkung, indem das von der zweiten Walze C ausgehende Anziehen des Tuches die obere Fläche mehr spannt als die untere; sowie nun der untere Theil um die Brustwalze aufsteigt, muß die Spannung des oberen Stückes sich plötzlich dem nachfolgenden mittheilen, wodurch in Folge der Elastizität schnell auf einander folgende kleine Stöße entstehen, die hier beim Stoffauflauf Anhäufungen von Stoff in Wellen bewirken, welche im Papiere als Querstreifen (sog. Schattenstreifen) erscheinen und sich namentlich bei gefärbten Papieren bemerkbar machen. Um sie zu verhindern, ist nur erforderlich, dafür Sorge zu tragen, daß die Form gleichmäßig gespannt und bewegt wird, was man am besten dadurch erreicht, daß man der Brustwalze B und Endwalze C große Durchmesser (mindestens 0,3 m) giebt (damit sie bei kleiner Umdrehzahl die entsprechende Umfangsgeschwindigkeit erhalten und ruhig laufen) und auch die Brustwalze durch einen Riemen antreibt, der von der Endwalze ausgeht, statt sie von dem Metalltuche mitnehmen zu lassen.

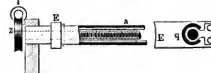
Von wesentlicher Bedeutung ist natürlich die Breite der Form, weil diese, mit der Geschwindigkeit multiplizirt, die Größe der erzeugten Papierfläche bestimmt und daher möglichst groß genommen werden soll. In Anbetracht der Schwierigkeiten, welche aber das Weben, das gleichmäßige Aufspannen und Ebenhalten breiter Gewebe, das Geradehalten langer, dünner Registerwalzen u. s. w. darbieten, begnügt man sich in der Regel mit einer Breite von 1,5 m, wenngleich man Breiten von 2 m erreicht hat und Gewebe bis zu 3 m Breite herstellt.

2. Deckelriemen.

Während bei der Handform in dem Deckel ein Mittel vorhanden sein muß, welches das Ablaufen des Zeuges nach allen Seiten verhindert, so genügt es, bei der Maschinenform ein Organ anzubringen, welches an den zwei Längsseiten das Zeug auf dem Siebe begrenzt und sich zu dem Zwecke fest auf das Sieb legt. Damit hierbei das letztere durch Abreiben nicht zu schnell zerstört wird, setzt man dieses Abschlußorgan mit der Form in gleiche Bewegung und ordnet es daher als zwei Riemen ohne Ende an, die sich durch ihr eigenes Gewicht oder durch Druckrollen an die Form pressen und der Uebersichtlichkeit halber immer über der Form durch Rollen geleitet weiter laufen. Diese Deckelriemen DD (appareil-bordeur) (Fig. 114) müssen weich und fest sein und sich mit möglichst scharfer Innenkante an die Form legen, weil es erwünscht ist, daß die Papierränder scharf und nicht wulstig ausfallen. Man stellt sie daher in der Regel

aus Baumwollbarchent her, welches man in Streifen von etwa 40 bis 50 mm Breite so oft über einander näht, daß die Riemen eine passende Höhe (30 bis 40 mm) erhalten. Durch Tränken mit einem geeigneten Firnisse, namentlich einer Guttapercha- oder Kautschuklösung, kann man die Barchentriemen gegen den zerstörenden Einfluß des Wassers schützen und verhindern, daß ihre Kanten ausfasern. Dennoch verdienen Deckelriemen aus vulkanisirtem Kautschuk den Vorzug, wenn sie aus guter Masse mit passender Einlage so erzeugt sind, daß sie weder spröde, noch zu weich oder gar klebrig sind. Um solche Kautschukriemen ganz aus- und abnutzen zu können, giebt man ihnen einen quadratischen Querschnitt von etwa 40 mm Breite, wodurch die Möglichkeit gewonnen wird, sie nach Abnutzung einer Seite auf eine andere zu wenden. — Die Deckelriemen bedürfen nur in seltenen Fällen eines besonderen Antriebes; gewöhnlich werden sie von dem Siebtuche mitgenommen und nur vermittelst Spannrollen S_1 so weit gespannt, als nothwendig ist, um ein Schlottern zu vermeiden. — Da die Deckelriemen zugleich die Bestimmung haben, die Breite der Papierbahn festzulegen, so sind ihre Trag- und Spannrollen T_1 und S_1 so anzuordnen, daß sie auf bestimmte Entfernungen von der Formmitte ein- und festgestellt werden können. Zu dem Zwecke liegen die Lager der Trag- und Leitrollen auf zwei parallelen Seitenträgern *EE* (**Wagen**), die ihrerseits wieder von zwei Querträgern *qq* aufgenommen werden, auf welchen sie verschiebbar sind und zwar durch zwei Schrauben, welche (Fig. 115) **längs** oder zweckmäßiger **in** den aus Röhren *a* hergestellten Querträgern *q* angebracht sind und durch Schneckenräder 2 und Schnecke 1 vermittelst des Handrades *h* (Fig. 114) gedreht werden. Damit diese Schrauben bei ihrer Drehung **beide** Seitentheile gleichzeitig und gleichmäßig verschieben, sind sie nicht nur an einem Ende mit einem linken und an dem anderen mit einem rechten Gewinde versehen, sondern unter sich so gekuppelt, daß sie sich nicht unabhängig von einander drehen können.

Fig. 115.



3. Rüttelung.

Die Festigkeit des Papiers wird wesentlich durch eine genügende Faserverfilzung bedingt, und diese am einfachsten durch eine gehörige Rüttelung der Form bewerkstelligt, während das Wasser allmählich aus dem Zeuge abzieht. Deshalb erhalten auch die Maschinenformen eine Rüttelung und zwar in der Horizontalebene rechtwinkelig gegen die Längenbewegung, weil diese Richtung die Filzung am kräftigsten fördert. Selbstverständlich geht die Einwirkung der Rüttelung auf die Fasern in dem Augenblicke zu Ende, in welchem diese so viel Wasser verloren haben, daß ihre freie Beweglichkeit aufhört. Aus dem Grunde kann man die Rüttelung auf den vorderen Theil der Form (mit der Brust-

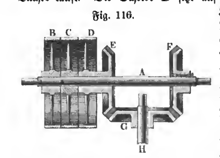
walze beginnend) beschränken und am Ende der Form (bei der zweiten Walze) ganz aufhören lassen. Indem hierdurch zugleich erreicht wird, daß bei der Stelle, an welcher die Abnahme des Papiers von der Form erfolgt, die Seitenbewegungen wegfallen und das Papier ohne seitliches Abreißen ablaufen kann, so wird die Rüttelung ausschließlich so vorgenommen, daß sie an der Brustwalze am stärksten wird, allmählich abnimmt und bei der zweiten Walze ganz aufhört und zwar einfach dadurch, daß man die Form um eine vertikale, geometrische Achse in Schwingung versetzt, welche in der Nähe der zweiten Tragwalze durch die Mitte des Tuches gedacht wird. Diese Schwingung muß natürlich sämmtliche Theile umfassen, welche mit der Form im Zusammenhang funktioniren, also die Form, die Deckelriemen sowie die Führungs-, Spann- und Antriebsrollen ꝛc. Aus diesem Grunde befinden sich diese sämmtlichen Theile in und an einem rahmenförmigen Gestelle (Tisch) *T* (Fig. 114), das seinerseits entweder auf beweglichen Stützen *g*, *g*, *g* oder auf Rollen *h*, oder auf beiden liegt. Bedient man sich beweglicher Stützen, so ordnet man diese als Gelenke mit Drehbolzen oder so an, daß sie an beiden Enden mit Kugelzapfen in entsprechenden Lagern der Grundplatte und des Tisches ihren Halt bekommen. Da im Allgemeinen die Stützen nur geringe Höhe erhalten, so tritt bei der Bewegung der Form zu der horizontalen Rüttelung noch eine kleine vertikale Hebung und Senkung ein, die jedoch in Anbetracht der geringen Bewegungsgröße überhaupt kaum von schädlichem Einflusse auf die Papierbildung sein kann. Man vermeidet sie gänzlich durch Lagerung auf Rollen oder dadurch, daß man den Stützen Zylinder-Segment-Köpfe giebt. — Zur Hervorbringung der Rüttelung bediente man sich früher ziemlich gewöhnlich gezackter Räder, wie sie zum Rütteln der Knotenmaschine Anwendung finden. In neuerer Zeit dahingegen kommen immer häufiger kleine, schnell laufende, mit 160 bis 300 Umdrehungen rotirende Kreisexzenter in Gebrauch, welche neben dem Gestelle angebracht, dieses durch kurze Exzenterstangen geräuschlos bewegen.

4. Siebregulator.

Bei der ziemlich schnellen Bewegung und nicht immer zu erreichenden gleichen Spannung des Metalltuches ist ein Schieflaufen nach rechts oder links in geringem Grade unvermeidlich und in Folge dessen eine Verletzung der Form oder die Entstehung fehlerhafter Stellen im Papiere zu befürchten. Um dies zu vermeiden, hat man nur nöthig, die eine Tragwalze so zu lagern, daß eine geringe horizontale Verschiebung der Lager in der Richtung der Bewegung möglich wird, weil man durch eine solche behutsam mit Stellschrauben herbeigeführte Verschiebung die Spannungsunterschiede leicht beseitigt. Noch zweckmäßiger ist hierbei die Anbringung von selbstthätig wirkenden, mechanischen Einrichtungen (Metalltuchregulatoren), die in ziemlich großer Anzahl erfunden sind, aber sämmtlich das Prinzip befolgen: den durch das Schieflaufen des Metalltuches auftretenden, einseitigen Druck zur Walzenverstellung zu benutzen. Bei einer vielfach gebrauchten Einrichtung dieser Art liegt quer unter der Form eine Stange mit zwei Scheiben oder Linealen, welche das Tuch zwischen sich nehmen

und leicht berühren, so daß diese Stange sofort verschoben wird, wenn das Tuch aus der Richtung kommt. Die Leitstange trägt nun am Ende einen Riemenführer, der (Fig. 116) je nach seiner Stellung einen von der Maschine bewegten Riemen auf einen der drei kleinen Riemenscheiben *B C D* führt, wovon die mittlere *C* eine Leerscheibe ist, auf welcher der Riemen beim richtigen Gange des Tuches läuft. Die Scheibe *B* sitzt auf der Welle *A* fest, die ihrerseits das Kegelrad *F* trägt; die Scheibe *D* bildet mit dem Kegelrade *E* ein festes Stück, das sich um die Welle *A* dreht. Da nun ferner *E* und *F* in das Kegelrad *G* eingreifen, welches auf der Welle *H* festsitzt, so muß diese eine Drehung nach links oder rechts erfahren, je nachdem durch das Metalltuch der Riemen auf *B* oder *D* geschoben wird. In Folge dessen verrückt dann eine auf *H* sitzende Schraube augenblicklich ein Lager der Tragwalze, bis das Schieflaufen aufgehört hat. — Einige andere Regulatoren finden sich beschrieben in Dingl. pol. Journ. **249**, 259; **255**, 284.

Fig. 116.



5. Saugkasten.

Nachdem das Papierzeug auf der Form so viel Wasser verloren hat, als durch das Schütteln ermöglicht wird, ist der Zusammenhang des gebildeten Papierblattes doch noch nicht der Art, daß man es ohne Gefahr des häufigen Abreißens von der Form nehmen könnte. Zu dem Zwecke ist vielmehr eine weitere Entziehung des Wassers und in Verbindung damit eine größere Annäherung der Fasern an einander in den meisten Fällen nothwendig und in anderen Fällen höchst wünschenswerth. Obwohl nun diese Entwässerung sehr einfach durch Auspressen zwischen Walzen, welche die Form passirt, vorgenommen werden könnte, so wird doch in Rücksicht auf die starke Abnutzung, die hierbei die Form erfahren muß, von der Anwendung solcher Druckorgane abgesehen, und von Saugapparaten Gebrauch gemacht, die auf Erzeugung einer Luftverdünnung beruhen, welche, an einer bestimmten Stelle unter der Form hervorgebracht, den äußeren Luftdruck derart wirksam macht, daß das Papierblatt an die Form angepreßt und das Wasser desselben durch die Form hindurchgedrückt wird. Der ganze zu diesem Zwecke dienliche Apparat besteht daher nur in einem unter der Form angebrachten, oben offenen Kasten, über den die Form, luftdicht abgeschlossen, sich hinwegbewegt, während in demselben eine konstante Luftverdünnung erhalten und für das Abfließen des Wassers Sorge getragen wird. Um zunächst einen entsprechenden Abschluß der Form zu erzeugen, werden die Ränder des Saugkastens (aspirateur, *suction-box*) mit Leder beschlagen oder aus Walzen mit Kautschuküberzug gebildet, welche mit Wasserverschluß abgedichtet

sind. Die größere Mannigfaltigkeit in der Konstruktion entsteht dahingegen durch die Mittel zur Hervorbringung der Luftverdünnung, wozu entweder Luftpumpen, Ventilatoren, Injektoren oder Saugröhren angewendet werden. Vielfach trifft man Luftpumpen in der Form von Glocken, welche, gewöhnlich drei oder vier neben einander gestellt, abwechselnd beim Heben Luft ansaugen, oder gewöhnliche Saugpumpen. Am einfachsten gestaltet sich jedoch der Saugkasten, wenn das Wasser durch ein Heberrohr abgesogen wird, weshalb diese pneumatische Wanne oder sog. **Kaufmann'sche** Saugwanne am häufigsten Verwendung findet. Dieselbe ist in Fig. 117 u. 118 dargestellt und besteht aus einem hölzernen oder gußeisernen Kasten $ABCD$, dessen Längsoberkanten mit Leder gepolstert sind und der in der Mitte zur weiteren Unterstützung der Form noch eine auf Stegen L aufruhende, ebenfalls gepolsterte Latte trägt. Durch die

Fig. 117.

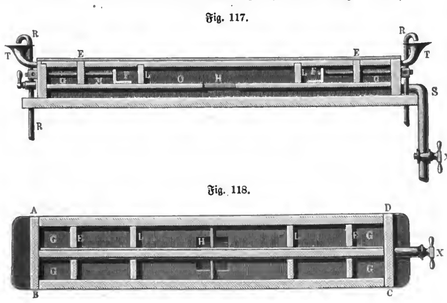


Fig. 118.

Röhren RR und die Trichter TT wird der Kasten mit Wasser gefüllt. Die Kanten des Siebtuches laufen nun nicht auf den äußeren Rändern AB und CD des Kastens, sondern über die zwei, vermittelst der Schrauben FF verstellbaren Querstücke EE, wodurch das in GG vorhandene Wasser auch an diesen Längskanten einen dichten Verschluß hervorbringt. Durch das Heberrohr S wird nach geöffnetem Hahne X das Wasser aus dem Kasten abgelassen und zwar, damit letzteres überall gleichmäßig sinkt und das Absaugen an allen Stellen mit gleicher Kraft geschieht, indirekt durch die Oeffnung H in der Mitte des Zwischenbodens O. Die Kraft des Absaugens, also die Luftverdünnung, hängt ab von der Länge des Rohres S und würde ihr theoretisches Maximum von 1 Atm., d. h. 1 kg auf 1 qcm erreichen, wenn das Rohr S 10 m Länge hätte. Bezeichnet man die Länge

mit l in Metern, so ist der Druck auf den Quadratzentimeter $= \frac{l}{10}$ in Kilogramm. Ist z. B. $l = 2$ m, so ist die Saugkraft auf 1 qcm $= \frac{2}{10} = \frac{1}{5}$ kg. Um die letztere der Papierdicke anpassen zu können, ist nur die Länge des Heberrohres S zu ändern, was sich am einfachsten durch Anwendung von Kautschukröhren erreichen läßt, die mehr oder weniger tief zum Auslaufen gebracht werden können. Die durch den Hahn X zu regulirende Weite des Ablaufrohres ist so zu bemessen, daß das Wasser im Saugkasten stets noch den Mittelboden O bedeckt. Auch soll, um das Eindringen von Luft zu verhüten, das untere Ende des Rohres unter Wasser münden. — Um bei starker Luftverdünnung, beziehungsweise Pressung der Form (welche z. B. bei einer Formbreite von 1,8 m, einer Wannenbreite von 0,2 m und einer Rohrlänge von 4 m im Ganzen schon 1440 kg beträgt), letztere gegen Durchbiegung zu schützen, wird wohl auch statt eines Mittelsteges eine Anzahl Messingwalzen angeordnet, welche von Zahnrädern Umdrehung erhalten. Die zu demselben Zwecke vorgeschlagenen Platten aus gelochtem Blech, Glastafeln oder Hartgummi sind unzweckmäßig, weil sie die freie Durchlauffläche beeinträchtigen. — In solchen Fällen, in welchen für das Heberrohr der genügende Raum nach unten nicht gewonnen werden kann, ist die Anwendung sogenannter Wasserstrahlpumpen (nach dem Prinzipe des Injektors unter anderen von Körting in Hannover gebaut) allen anderen Vorrichtungen vorzuziehen.

Da die Wirkung der Saugwanne proportional der Breite wächst, so ist es erwünscht, die Breite möglichst groß zu nehmen, namentlich dann, wenn die Form sich schnell bewegt; weil aber mit der Breite sich die Schwierigkeit der Abdichtung und das Geradehalten der Form erhöht, so geht man dann lieber zu der Anlage von zwei und mehr Saugwannen über, die daher bei größeren Maschinen auch die Regel bildet. Zugleich bieten mehrere Saugkasten noch den Vortheil, daß man nach und nach die Pressung vergrößern kann.

6. Siebwalze.

Es wurde schon hervorgehoben, daß die Form der Papiermaschine in der Regel eine sogenannte Velinform ist und somit im Gegensatz zu der gerippten Form (S. 283) auch nur Velinpapier erzeugt. Der Grund liegt hauptsächlich in dem Umstande, daß gerippte Formen stets bedeutend dicker und somit steifer ausfallen, demnach sich schwieriger um die Walzen biegen und überall gut anlegen; außerdem ist bei ihnen der Faserverlust viel erheblicher. In Anbetracht dessen jedoch, daß es zur Erzeugung eines Papiers, das ein geripptes Ansehen darbietet, nicht erforderlich ist, während des ganzen Entwässerungs- und Verfilzungsprozesses gerippte Formen anzuwenden, sondern daß es durchaus genügt, in einem bestimmten Bildungsstadium die Papiermasse mit einer gerippten Form, wenn auch nur vorübergehend, in Berührung zu bringen, benutzt man diese Möglichkeit, um auch mit Velinformen geripptes Papier zu erzeugen.

Als das hier in Betracht kommende Stadium ist jenes anzusehen, in welchem die Papiermasse von dem flüssigen in den festen Zustand übergeht, weil es im ersteren Zustande noch Eindrücke aufzunehmen vermag, die es im zweiten Zustande nicht mehr verliert. Erfahrungsgemäß ist dieses Stadium in dem Augenblicke vorhanden, in welchem das Papierblatt den Saugapparat überschritten hat, und daher an dieser Stelle die gerippte Form in Anwendung zu bringen. Damit die Eindrücke stetig und mit derselben Geschwindigkeit erfolgen, mit welcher das Papierblatt fortschreitet, hat man nur nöthig, der gerippten Form die Gestalt eines Zylinders zu geben und diesen an benannter Stelle mit einem entsprechenden Drucke auf das nunmehr zwischen der Hauptform und der gerippten Form durchgehende Papier zu pressen und mitrotiren zu lassen. Der Druck, mit welchem diese Walze (Vordruckwalze, Siebwalze *c* (Fig. 114), *égoutteur*, *dandy-roll*) die beschriebene Wirkung erzielt, ist wegen der weichen Beschaffenheit der Papiermasse ein sehr kleiner, so daß nicht nur das Gewicht der Walze in allen Fällen ausreicht, sondern bei sehr dünnem Papiere sogar noch durch Ausbalanzirung vermindert werden muß. Damit das Gewicht der Vordruckwalze ein entsprechendes werden kann, bildet man diese aus einem haspelartigen Gerippe, welches aus zwei durchbrochenen, runden Messingplatten mit Lagerzapfen (Rosetten) und aus Messingstäben besteht, welche auf der Peripherie der beiden Scheiben in Abständen von etwa 30 mm befestigt sind. Um diese Stäbe wird dann aus etwa 1,5 mm dickem Messingdrahte eine Spirale gewickelt, deren Windungen auch etwa 1,5 mm von einander liegen. Ueber diese nur zur Unterlage dienende zylinder- oder rohrförmige Spirale wird dann die eigentliche Form geschoben, welche aus einem entsprechenden Drahtgewebe schlauchartig zusammengenäht ist. Der Durchmesser dieser Vordruckwalzen beträgt 15 bis 25 cm, während ihre Länge natürlich gleich der Breite der Hauptform ist. — Die Vordruckwalze ruht auf der Form und wird von dieser mitgenommen, wodurch sich ihre Oberfläche also ununterbrochen in dem Papiere abdrückt; damit sie sich überall sicher und fest anlegt, liegen ihre Tragzapfen nur in Schlitzen, so daß die Walze steigen und fallen kann, ohne den Druck zu verändern, der durch Gegengewichte auf das Sorgfältigste für jede Papiersorte geregelt werden muß. — Trotz dieser Regelung kommt es jedoch leicht vor, daß die Vordruckwalze Papiertheilchen abreißt und mitnimmt. Da diese auf der Oberfläche hängen bleiben und, auf die Papierbahn zurückkehrend, leicht ein Zerreißen der letzteren zur Folge haben, so muß die Walzenoberfläche stets davon befreit werden, was durch eine drehende Walzenbürste oder einen Filzstreifen geschieht, der, von einer über der Walze liegenden Latte getragen, sich als Schaber an die Walze anlegt. Zugleich dient dieser Streifen als Bremse und verhindert ein sonst leicht eintretendes Schnellerlaufen der Walze, was selbstverständlich auf das Sorgfältigste zu vermeiden ist. — So gut wie man mit Hülfe dieser Walze dem Papiere durch Einpressen gerader Linien das sogenannte gerippte Ansehen ertheilt, ebenso kann man dies Mittel benutzen, das Maschinenpapier beliebig zu mustern und mit Wasserzeichen aller Art (S. 284) zu versehen, da man nur nöthig hat, in die Oberfläche der Vordruckwalze die gewünschten Muster, Schriften, Zeichnungen in derselben Weise einzusticken wie in die Handform. Sollen sich hierbei gewisse Muster in be-

stimmten Abständen wiederholen, z. B. nach dem Zerschneiden des Papiers in jedem einzelnen Bogen an einer bestimmten Stelle vorhanden sein, so ist dafür Sorge zu tragen, daß der Walzenumfang genau gleich der Länge oder Breite des Bogens ist, die der letztere in dem nassen Zustande besitzt. Da diese Dimensionen nicht immer leicht festzustellen sind, so bedingt die Anfertigung solcher Musterwalzen Erfahrung und Geschicklichkeit.

B. Zylinderform.

Der äußere Unterschied zwischen der geraden und der zylindrischen Form bedingt einen wesentlich verschiedenen Bildungsprozeß des Papiers und ein in mancher Beziehung von einander abweichendes Produkt.

Während die gerade Form eine lange, zwischen zwei Walzen ausgespannte ebene, horizontale Siebfläche darstellt, auf welcher das Zeug längere Zeit verweilt, um allmählich eine große Menge Wasser zu verlieren, bietet sie vor Allem die Möglichkeit, auch eine sehr dünne, d. h. mit viel Wasser vermischte Zeugmasse in Papier von beliebig geringer Dicke zu verwandeln. Die über eine zylindrische Unterlage gespannte Form (S. 117 schon genügend beschrieben) dahingegen vermag zwischen der Stelle des Auflaufens und des Abnehmens zur Entwässerung nur wenig Siebfläche zu fassen, wenn der Zylinderdurchmesser nicht eine unpraktische Größe bekommen soll; da nur höchstens die obere Hälfte des Zylindersiebes in Wirkung ist, so müßte z. B., um eine bei geraden Formen leicht erreichbare Sieblänge von 4 m zu gewinnen, die Zylinderform 8 m Umfang, also 2,5 m Durchmesser erhalten. Um nun dennoch auf der letzteren eine genügende Entwässerung zu erreichen, die außerdem durch die Zentrifugalwirkung beeinträchtigt wird, muß man entweder die Geschwindigkeit kleiner nehmen, oder die Maschen vergrößern, oder den Stoff dickflüssiger machen. In der Regel wählt man einen konsistenteren Stoff und ein Gewebe von 50 bis 70 Drähten auf 25 mm, 361 bis 784 Maschen auf 1 qcm. — Die bedeutende Länge des Langsiebes gestattet, wie S. 331 ausführlich erörtert wurde, vom Auflaufen des Zeuges bis fast zu den Kautschwalzen eine horizontale Rüttelung zur kräftigen Verfilzung, ohne hierbei eine die Abnahme des fertigen Papiers hindernde Seitenschwankung bei den Kautschwalzen hervorzurufen; wegen der festen unverschiebbaren Verbindung des Siebes mit dem drehenden Zylinder ist bei diesem eine solche Rüttelung ausgeschlossen, oder doch nur schwierig und mit Aufopferung der die Zylinderform auszeichnenden Einfachheit möglich. In Folge der fehlenden Rüttelung haben daher die auf der Zylinderform entwässerten Fasern die Neigung, sich in die Bewegungsrichtung, also hauptsächlich parallel zu legen und wenig zu verfilzen, was an dem fertigen Papiere durch eine geringe Querfestigkeit auffallend bemerkbar ist. — In Anbetracht dessen, daß die Entwässerung schwierig von statten geht, daß zur Vermeidung von Faserverlust durch die größeren Maschen sehr fein gemahlener Stoff nicht mit Vortheil verarbeitet werden kann, daß die Rüttelung und damit eine kräftige Verfilzung ausgeschlossen ist, wird es leicht begreiflich, daß die

Zylinderform sich nur zur Erzeugung grober Papiere eignet und daß man andererseits sich vielfach bemüht, durch neue Anordnungen die Verwendungsfähigkeit der Zylinderform zu steigern, namentlich durch eine Vermehrung der Querverfilzung des Papiers. Der hierbei befolgte Grundsatz besteht fast allein in einer Umkehrung der Bewegung, indem man nämlich dem Zeuge unmittelbar vor dem Austritte auf das Sieb eine stoßartige Bewegung in der Achsenrichtung ertheilt und zwar entweder durch eine seitliche Rüttelung des Siebbodens (D. R.-P. Nr. 5017) oder durch Anbringung besonderer Rechen (Mehner, D. R.-P. Nr. 28300). Da der Erfolg dieser Bemühungen noch nicht feststeht, so muß hier auf weitere Beschreibung verzichtet und auf einige Mittheilungen in Dingl. pol. Journ. 255, 309 und auf die später folgende Beschreibung von Zylindermaschinen verwiesen werden.

IV. Pressen.

A. Kautschpresse.

Wenn man den Zustand, in welchem sich das Papierblatt auf der Maschinenform nach Ueberschreiten der Saugwannen befindet, mit jenem vergleicht, der dem Papiere auf der Handform nach dem Schöpfen und Schütteln eigenthümlich ist, so erkennt man leicht, daß das Maschinenpapier in Folge der Wirkung der Saugapparate mehr Wasser verloren, also eine größere Konsistenz und Festigkeit gewonnen haben muß, als das Handpapier, und könnte nun schließen, daß es zur Abnahme von der Form vollständig vorbereitet sei. Dennoch scheitert jeder Versuch, ein Abheben von der Form trotz der angenommenen Festigkeit zu bewirken, *so lange sich die Form bewegt*, und zwar einfach aus dem Grunde, weil bei dem Abheben des Blattes von der Form nicht die Geschwindigkeit der letzteren inne gehalten und daher ein fortwährendes Abreißen vermieden werden kann. (Weil die Handform sich beim Abheben des Blattes nicht längs des letzteren bewegt, so fällt hier auch diese Ursache des Zerreißens weg.) Es bedarf das Papierblatt der Maschinenform vielmehr noch einer vermehrten Festigkeit, um ohne Gefahr von der Form abgehoben werden zu können, und um diese Festigkeit zu gewinnen, noch einer gewaltsameren Wasserentziehung und Annäherung der Fasern durch starkes Zusammenpressen. Da ein solches Pressen mit dem Papiere vorgenommen werden muß, so lange es sich noch auf der Form befindet, so erreicht man dasselbe am einfachsten dadurch, daß man das Tuch mit dem Papiere durch ein mit gehörigem Drucke gegen einander gepreßtes Walzenpaar laufen läßt und bewerkstelligt dies mit Ersparung einer Walze, indem man (Fig. 114, S. 327) auf diejenige Walze C, um welche die Form am Ende sich nach unten wendet, eine gehörig belastete Walze E legt.

Das Auspressen des Wassers zwischen diesem Walzenpaare würde am kräftigsten stattfinden, wenn die Walzenoberflächen aus hartem und glattem

Materiale beständen. In Anbetracht dessen jedoch, daß diese harten Flächen die Form ebenfalls zusammenpressen und sehr bald untauglich machen würden, ist es erforderlich, die Oberflächen aus einem nachgiebigen Materiale herzustellen, obwohl durch das Ausweichen desselben an der Druckstelle ein bedeutender Theil der Preßwirkung verloren geht, der auch durch stärkere Druckertheilung nicht ausgeglichen werden kann. Aus diesem Grunde werden die in Rede stehenden Walzen aus einem widerstandsfähigen Materiale (gewöhnlich aus Gußeisen mit Kupfer- oder Messingblech überzogen, selten aus Holz) hergestellt und mit einem Ueberzuge von Papiermacherfilz (S. 285) versehen, der wohl diesen Walzen den Namen Kautschwalzen und der Walzenpresse *CE* den Namen Kautschpresse (presse-coucheuse, *couch-roll*) verschafft hat. — Der genannte Ueberzug (manchon, *jacket*) wird für diesen Zweck, weil das Zusammennähen aus einer Fläche eine Naht hervorbringen würde, die hier wegen der hinterlassenen Eindrücke durchaus vermieden werden muß, besonders als Schlauch ohne Naht, nach Art des Papiermacherfilzes mit Köperbindung, aus grobem Wollgarn gewebt und dann über die Metallwalze gezogen. Damit dieser Schlauch ohne Runzeln und Falten die Walze bedeckt, muß nicht nur seine Weite aufs Genaueste abgemessen, sondern auch das Aufziehen mit großer Sorgfalt vorgenommen werden, am einfachsten in der Weise, daß man den Schlauch erst scharf austrocknet und anwärmt, um ihn etwas auszudehnen, darauf möglichst schnell über die aufrecht stehende, mit Graphit oder Seife etwas schlüpfrig gemachte Walze schiebt und endlich an beiden überstehenden, mit starken Eggen versehenen Rändern vermittelst im Zickzack durchgesteckten starken Bindfadens sehr scharf anzieht, um durch diesen eine Verengung erzeugenden Längszug einen festen Anschluß an die Walzenoberfläche zu gewinnen, der später in Folge des Naßwerdens und des dadurch eintretenden Einschrumpfens noch an Sicherheit zunimmt. — In manchen Fällen wird der Schlauch enger genommen, gewaltsam mittelst besonderer Ausweiter geweitet, dann aufgezogen und zum Zwecke des Zusammenziehens mit heißem Wasser begossen oder durch eine Schraubenvorrichtung in der Länge stark gespannt. — Um das mühsame Aufziehen der Filze zu umgehen, ist vorgeschlagen worden, die Kautschwalzen in ähnlicher Weise wie die Kalanderwalzen, aus Filzscheiben zu erzeugen. — Auch sind Ueberzüge von vulkanisirtem Kautschuk, Guttapercha, Leder versucht, aber wie es scheint ohne Erfolg.

Damit die Kautschpresse in einer Weise zur Wirkung kommt, daß ohne Verletzung des Papiers ein kräftiges Entwässern stattfindet, ist nicht nur für die absolute Uebereinstimmung der Umfangsgeschwindigkeit der Preßwalze mit der Form, für die gehörige Belastung und Reinhaltung dieser Walze, sondern insbesondere auch dafür Sorge zu tragen, daß die Einwirkung auf das Papier nicht plötzlich, sondern allmählich und überall gleichförmig eintritt.

Die Uebereinstimmung der Geschwindigkeit wird am einfachsten dadurch erreicht, daß man die obere Kautschwalze von der unteren durch Reibung mitnehmen läßt, was um so unbedenklicher erfolgen kann, als das dazwischen liegende Metalltuch zwischen den weichen Lagen der Filzüberzüge gegen heftige Abnutzung geschützt ist; daher erhält die Oberwalze höchst selten einen besonderen Antrieb.

Die erforderliche Belastung gewährt in vielen Fällen allein das Gewicht der Oberwalze, die mit ihren Zapfen in beweglichen Lagern gelagert ist, um Spielraum zum Heben und Senken zu gewähren. Wenn das Gewicht jedoch nicht ausreicht, so belastet man die beweglichen Lager und zwar am einfachsten durch Hebelgewichte (s. Fig. 114, S. 327), weil man damit beliebige Druckänderungen erzeugen kann, ohne die Beweglichkeit aufzugeben. Die Hervorbringung des Druckes durch Anpressen der Unterwalze an die Oberwalze ist verwerflich, weil dadurch nicht nur das Gewicht der Walze ohne Grund unbenutzt bleibt, sondern weil hierbei die Form sämmtliche Vertikalbewegungen der Walze mitmachen muß und dadurch ins Zittern geräth.

Von besonderer Wichtigkeit ist das fortwährende Reinhalten der Walzenoberflächen nicht nur von etwa mitgenommenen Papiertheilchen, sondern namentlich von dem aufgesogenen Wasser, damit sich die Poren nicht mit Leim, Füllstoff, Farbe u. dergl. vollsetzen. Gewöhnlich genügt es, zum Reinhalten einen kräftigen Wasserstrahl aufzuspritzen. Um hierbei zu verhüten, daß das Wasser auf das Papier läuft, bringt man das Spritzrohr t zwischen einem mit Filz überspannten, schmalen Brette v und einer Kupferwalze rr an, wovon das erstere zugleich Schaberdienste leistet und festere Theile zurückhält. Schaber und Walze zusammen bilden einen Kanal, der das Spülwasser seitwärts abführt. Sehr bemerkenswerthe Dienste leistet beim Reinhalten noch eine Bürste u, welche zwischen der Kupferwalze und dem Schaber liegt und durch eine einfache Exzenterbewegung hin- und hergeschoben, oder auch durch eine kleine Schnurrolle um eine Achse gedreht wird und den Vortheil gewährt, die Oberfläche des Ueberzuges stets etwas zu rauhen, wodurch das Abheben der Papierbahn wesentlich erleichtert wird.

Ein plötzliches stoßartiges Auspressen des Wassers aus dem Papiere hätte selbstverständlich ein Auseinandersprengen der Fasern und ein Lockern des ganzen Gefüges zur Folge, weshalb es für eine günstige Wirkung der Presse Bedingung sein muß, daß das Wasser aus dem zwischen die Walzen tretenden Papiere langsam herausgeschoben wird, was wiederum nur geschehen kann, wenn das Papier in der Weise zwischen die Walzen kommt, daß sich die Druckzunahme auf eine lange Papierstrecke ausdehnt. Da nun der stärkste Druck an der Berührungsstelle (in der Zentrallinie) beider Walzen liegt, so soll man also dafür Sorge tragen, daß die Pressung des Papiers bereits weit vor der Zentrallinie beginnt, daß also das Papier früh von den Walzen gefaßt wird. Dies kann man leicht erreichen, indem man den Walzen große Durchmesser giebt, denn je größer die Durchmesser werden, je weiter rückt der Punkt, an welchem beide Walzen das Papier fassen, vor; man kann es aber auch dadurch bewirken, daß man das Siebtuch an der Eintrittsseite die obere Walze eine Strecke berühren läßt, indem man die Achse der Oberwalze E nicht vertikal über die Achse der Unterwalze C, sondern etwas nach der Eintrittsseite rückt und tiefer legt, wie Fig. 114, S. 327 zeigt.

Aus diesen Gründen hauptsächlich erhält die Oberwalze nicht nur einen Durchmesser von mindestens 0,4 bis 0,6 m, sondern auch fast immer die in obiger Figur skizzirte seitliche Lage, so daß die Form dieselbe in einem Bogen von etwa 25 bis 30 Grad umschließt. In dem großen Durchmesser liegt zugleich

der Vortheil, daß die Walzen keine zu große Umdrehzahl, daher einen ruhigen Gang erhalten, daß das ausgepreßte Wasser nicht auf das Papier zurücklaufen

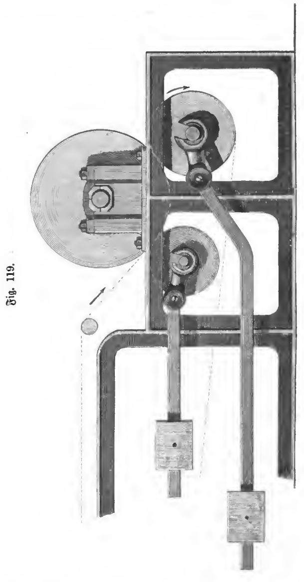


Fig. 119.

kann und daß die Oberfläche der Form für die Abnahme des Papiers zugänglicher wird.

Um die vortheilhafte Wirkung, welche in der allmählichen Druckzunahme liegt, noch mehr zu steigern, hat man sogar vorgeschlagen, neben der unteren Kautschwalze noch eine oder zwei kleinere anzubringen, welche durch besondere Gewichte gegen die Oberwalze gehoben und gedrückt werden. Eine solche Anordnung zeigt Fig. 119. Hierbei liegt die Oberwalze fest, während die zwei unteren durch Gewichte angedrückt werden, was in sofern von Nachtheil ist, als das Gewicht der Walzen zur Druckertheilung ohne Verwendung bleibt. — Eine passende Konstruktion solcher Hebelbelastung ist von Pusey & Jones in Wilmington für den Zweck angegeben (Dingl. pol. Journ. 255, 287) die Belastung sicher zu vertheilen.

Endlich ist noch erforderlich, daß das Papier vollkommen gleichmäßig sowohl in Bezug auf Pressung als Geschwindigkeit die Kautschwalzen passirt, damit überall eine gleiche Wasserentziehung vor sich geht (das Papier nicht wolkig wird) und ein Zerreißen vermieden wird. Um dies zu erreichen, bedarf es nur einer sorgfältigen Anfertigung und Lagerung der Walzen, indem letztere vollkommen zylindrisch und von solcher Dicke hergestellt werden, daß sie sich weder durch ihr eigenes Gewicht, noch durch den Druck biegen, wozu man zur Regel nehmen kann, daß der Walzendurchmesser gleich $^1/_3$ der Länge genommen wird. Bezüglich der Lagerung ist es wichtig, daß die Walzenachsen stets vollkommen parallel sind und die Lager keine Klemmungen erleiden.

B. Naßpressen.

Nach Versuchen von Krieg (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ingen. 1867, S. 633) enthält das Papier, wenn es die Kautschpresse verläßt, noch 84,4 Proz. Wasser, d. h. in 100 Thln. Papier sind 84,4 Thle. Wasser und 15,6 Thle. trockene Fasern. Das vollständig getrocknete Papier dahingegen hat noch etwa 3,2 Proz. Wasser, so daß also, um diesen trockenen Zustand zu erreichen, 81,2 Proz. Wasser aus dem Papiere entfernt werden müssen.

Um die Mittel zu erörtern, welche man am zweckmäßigsten zu dieser Entfernung anwendet, ist es angemessen, auf den Zustand hinzuweisen, in dem das Wasser sich im Papiere befindet. Zunächst ist es gestattet, in dieser Beziehung folgende drei Formen und damit Ursachen der Benetzung anzunehmen:

1. Die kapillare Form. Hierunter versteht man jene Form, bei welcher das Wasser auf Grund der Haarröhrchenwirkung die Poren und Kanäle des Papiers ausfüllt, dieselben auch durch die Haarröhrchenkraft erweitert und aufbläht und eine Kohäsion der Wassertheilchen voraussetzt. Indem sich bei dieser Form durch äußeren Druck die Wände der Poren und Kanäle zusammendrücken lassen und zwar unter gleichzeitiger Ueberwindung der Kohäsion, also unter Theilung der Wassertheilchen, so hat man in diesem äußeren Drucke ein einfaches Mittel, das Kapillarwasser auf rein mechanischem Wege durch Pressen zu entfernen.

2. Die Adhärenzform. Hierbei wird das Wasser durch Flächenanziehung oder Adhäsion festgehalten und zwar unter Benetzung der Fasern mit

einer solchen Kraft, daß es durch mechanische Mittel (Pressen) nicht fortgeschafft werden kann, sondern zu diesem Zwecke eine Ueberführung in den gasförmigen Zustand nothwendig macht, die bei dem Prozeß des Trocknens erfolgt.

3. Die hygroskopische Form. Diese Form ist in der Eigenschaft des Papiers begründet, Wasser aus der Luft aufzunehmen und als hygroskopisch gebundenes Wasser so festzuhalten, daß dieses weder direkt wahrnehmbar, noch anders als bei einer Temperatur von 100° C. zu entfernen ist, sowie bei gewöhnlicher mittlerer Temperatur in fast unveränderter Menge von etwa 3 Proz. im Papiere auftritt.

Die Menge des auf die erste und zweite Form fallenden Wassers ist selbstverständlich sehr wechselnd, doch kann man als Anhaltspunkt im Durchschnitte annehmen, daß durch mechanische Einwirkungen das Papier nicht mehr als um 50 Proz. zu entwässern ist und daß demnach noch etwa 47 Proz. des Gesammtwassers durch Trocknen fortgeschafft werden müssen.

Wollte man das sämmtliche im Papiere enthaltene Wasser auf dem Wege des Trocknens entfernen, d. h. durch Verdunstung, so müßte man dabei nur sehr langsam verfahren, also eine große Zeit aufwenden, weil ein schnelles Verdampfen, z. B. bei höherer Temperatur ein Mitreißen und ein Emporrichten der Fasern an der Papieroberfläche, sowie ein Herausziehen des anderen flüssigen Inhaltes (Leim, Farbe ꝛc.) nach außen, also einen höchst unvortheilhaften Einfluß auf die äußere und innere Beschaffenheit des Papiers zur Folge haben würde, der sich bei starker Dampfbildung im Innern sogar durch Platzen oder Zerreißen äußern kann. Nur indem das Trocknen auch unter der S. 280 aufgestellten Bedingung: „Entziehung des Wassers unter Druck zur Vermeidung der Lagenveränderung der Fasern“ von statten geht, ist es zu erreichen, daß der genannte unvortheilhafte Einfluß auch dann ferngehalten wird, wenn die Verdampfung bei höherer Temperatur verhältnißmäßig rasch erfolgt.

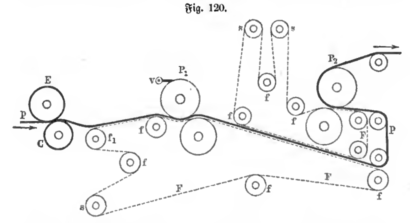
Es liegt in der Natur der Sache, daß der genannte, bis zur Gefahr sich steigernde Einfluß in dem Falle, wo das Wasser durch Pressen des Papiers zwischen festen Flächen entfernt wird, in viel geringerem Grade und überhaupt dann gar nicht auftritt, wenn die Pressung nicht stoßweise erfolgt, weil bei diesem Vorgange zur Entfernung des Wassers aus den Poren der Druck, welcher die Fasern näher bringt, ja Bedingung ist. — Da nun ferner dieser mechanische Prozeß, wie bei der Kautschpresse, durch Walzenpressen leicht so ausgeführt werden kann, daß die geforderte Bedingung vollständig erfüllt wird, auch mit großer Geschwindigkeit ununterbrochen erfolgt, und da bei dieser Entwässerung die kostspielige Anwendung höherer Temperaturen umgangen wird, so ist begreiflich, daß man davon in ausgiebigster Weise Gebrauch macht und die Entwässerung auf diesem Wege so weit als möglich vornimmt.

1. Erste Naßpresse.

An die Kautschpresse (EC Fig. 120) schließt sich demnach eine Presse P_1 an, welche die von der Kautschpresse abgelieferte Papierbahn P durch entsprechenden Druck und unter den oben genannten Bedingungen entwässert. Sie

verrichtet also dieselbe Arbeit wie die Naßpresse des Papiermachers und führt daher auch den Namen erste Naßpresse. Damit diese Naßpresse (presse humide) gehörig zur Wirkung kommt, ist zunächst dafür zu sorgen, daß zwischen dem Walzenpaare ein entsprechender Druck vorhanden ist und ferner, daß dieser Druck aus den bereits S. 338 erwähnten Gründen durch weiche Zwischenmittel so auf das Papier übertragen wird, daß dieses keinen Schaden leidet, d. h. langsam und gleichmäßig den Druck aufnimmt. Weil aber das Papier in Folge seines Durchganges durch die Kautschpresse eine bedeutend höhere Widerstandsfähigkeit erhalten hat, so ist nicht nur von jetzt an die Anwendung eines höheren Druckes zulässig, sondern es genügt auch zum Schutze desselben eine weiche Decke, weshalb die eine Preßwalze stets unmittelbar, d. h. direkt mit der harten Oberfläche auf das Papier drückt. Diese Walze wird daher aus Eisenhartguß

Fig. 120.



hergestellt, den Enden zu sehr wenig verjüngt (bombirt), abgeschliffen und polirt und durch den Schaber *v* stets rostfrei gehalten, wenn man es nicht vorzieht, sie mit einem Mantel von Kupfer, Messing oder am zweckmäßigsten Nickel zu überziehen. Die Pressung wird wenn möglich durch das eigene Gewicht der oberen Walze, vielfach aber auch durch Druck auf die Zapfen mittelst Schrauben oder der Nachgiebigkeit halber mittelst Hebelgewichte oder Schrauben mit starken Spiralfedern hervorgebracht. Weil hierbei der Gegendruck von den Walzenzapfen aufzunehmen ist, so ist bei dieser Art Druckvertheilung die Gefahr des Durchbiegens nur ausgeschlossen, wenn die Walzen bedeutende Durchmesser erhalten, während in dem Falle, wo der Druck durch das Walzengewicht allein entsteht, die Durchbiegung und damit der Umstand ausgeschlossen ist, daß die Walzen in der Mitte weniger stark pressen als an den Enden. Man sollte daher auch diese Preßwalzen so schwer gießen, daß ihr eigenes Gewicht für den in Rede stehenden Zweck genügt und dieses ausschließlich nur durch eine Entlastung, d. h. Aufhängen der Zapfenlager an Hebelgewichten oder verstellbaren Federn reguliren. Es genügt dann im allgemeinen ein Durchmesser von 0,3 bis 0,4 m, wenn die Walzen nicht vertikal über einander gelegt werden.

Obwohl zwar das Papier durch die Kautschwalze so weit entwässert ist, daß es einen größeren Druck gegen die Flächen aushalten kann, so ist es doch nicht fähig sich selbst zu tragen, ohne zu zerreißen. Es bedarf vielmehr einer Unterstützung oder eines Trägers, der es hinter der Kautschpresse von der Form in Empfang nimmt und der Naßpresse zuführt. Damit dieser Träger zugleich im Stande ist, das Papier weiter zu führen, wenn es durch die Presse gegangen ist und zwischen den Preßwalzen die nothwendige, weiche Unterlage zu bilden, so stellt man denselben als ein Band ohne Ende von Papiermacherfilz her, weil dadurch mit Sicherheit alle Operationen ausgeführt werden. Dieser über Walzen f geführte Filz ohne Ende oder Naßfilz F rückt fast unmittelbar an die Form, um das Papierblatt aufzunehmen, passirt die Naßpresse P_1, führt das Papier aus der Presse heraus, um es einem weiteren Organ zu übergeben und wendet sich dann wieder abwärts dem Ausgangspunkte zu. Weil es dadurch zu lang wird, um als ein Schlauch gewebt zu werden, so fertigt man es durch Zusammennähen eines entsprechend langen Gewebes an. Zur Vermeidung auch der geringsten Faltenbildung im Papier muß der Filz vor Allem eine vollkommen ebene Oberfläche darbieten und demgemäß sowohl in der Länge als in der Quere bis zu einem gewissen Grade gespannt werden. Um die Spannung in der Längenrichtung hervorzubringen, benutzt man, wie bei der Papierform, Spannwalzen s, welche jedoch mit Rücksicht auf die ziemlich bedeutende Verlängerung, welche der Filz nach und nach erfährt, so angeordnet werden müssen, daß man mindestens eine derselben auf eine längere Strecke bewegen kann; weshalb ihre Zapfenlager oft in langen horizontalen Bahnen liegen, in denen sie mittelst langer Schrauben so zu verschieben und festzustellen sind, daß sich zugleich auch eine gleichmäßige Spannung erzielen läßt.

Wegen der Anspannung in der Längenrichtung hat der Filz ein starkes Bestreben sich von den Längskanten her zusammenzuziehen und Längsfalten zu bilden. Diesem Bestreben wurde früher dadurch entgegengewirkt, daß man an die Ränder Lederstreifen nähte und diese über festliegende Rollen in gerade Bahnen führte. Solche Streifen bewegten sich dann natürlich außerhalb der Walzenränder, bewirkten eine schnelle Abnutzung längs der Naht, ein häufiges Abtrennen von dem Filz und bedeutende Betriebsstörungen. Statt ihrer verwendet man jetzt allgemein sogenannte Ausstreichplatten, wie sie zum Breithalten der Gewebe bei den Appreturarbeiten benutzt werden und aus Stäben von hartem Holz oder besser aus Rothguß bestehen, die auf der einen Hälfte mit nach links, auf der anderen mit nach rechts laufenden, seichten Rillen versehen sind, in welche sich der Filz in Folge der Längsspannung so einsenkt, daß er auf der Oberfläche kaum merklich wellig erscheint. Indem nun diese Rillen in der Bewegungsrichtung des Filzes nach außen laufen, streichen sie den Filz fortwährend so viel nach außen, als das Glatthalten verlangt, so daß der Filz vollkommen eben durch die Walzen geht und auch an der Abgabestelle eben ist; weil sich das Papier an den Filz anlegt, so können bei richtiger Abmessung der Rillen sich in ersterem doch keine Falten bilden, trotzdem es vorübergehend die wellige Oberfläche annimmt. Durch diese einfache Vorrichtung sind auch andere in Vorschlag gebrachte Spanner (schieflaufende Räder mit Zacken oder Spitzen, die in die Filzegge eingreifen,

periodisch mitlaufende Zangen; schieflaufende Stachelketten ꝛc.) überflüssig geworden und verdrängt. Beachtung verdient nur noch eine Walze, welche von der Mitte nach den Enden hin sich verjüngt.

Eine eigenthümliche Erscheinung zeigt sich oft in einer Ansammlung von Luft zwischen Filz und Papier, die dadurch veranlaßt wird, daß sich das letztere nicht vollständig an den ersteren anschließt, und die zur Folge hat, daß das Papier unter der Presse faltig wird oder sogar platzt. Weil es zur Vermeidung dieser Erscheinung, die namentlich bei dünnem Papier wegen des geringen Gewichtes beobachtet wird, genügt, das Papier an den Filz anzudrücken, so wird einfach durch Auflegen einer dünnen Kupferwalze auf das Papier die Ursache beseitigt.

Trotz der Glätte, welche die obere Preßwalze an der Oberfläche besitzt, bleibt es nicht aus, daß sich an dieselbe kleine Papierstückchen ansetzen, namentlich auch oft in Folge der Harzkörperchen, welche vom Harzleim herrühren und die Walze klebrig machen. Damit diese Theilchen an der Walze nicht auf das Papier gerathen und größere Stücke ablösen, ist es nothwendig, die Walzenoberfläche fortwährend zu putzen und zwar mit einem sich dicht anlegenden Lineal von Stahl, Rothguß oder Hartgummi, welches durch Gewichte oder Federn angepreßt und zur Vermeidung einer ungleichmäßigen Abnutzung der Walze langsam, etwa in einer Minute einmal 10 bis 20 mm hin und her bewegt wird, und zwar am einfachsten mit Hülfe einer sich drehenden Nutenscheibe, in deren Nute ein am Lineal sitzender Zapfen einfaßt. — Zum Fortschaffen des anhaftenden Harzes genügt es, von Zeit zu Zeit einen mit Terpentinöl oder Petroleum getränkten Streifen Flanell oder alten Filz auf das Lineal zu legen, wozu man zweckmäßig das letztere auf der Oberfläche mit einer auf und zu klappenden und leicht zu befestigenden Schiene versieht, welche den Putzstreifen wie eine Zange festhält. — Nach dem sehr beachtenswerthen Vorschlage von Burot (Dingl. pol. Journ. 255, 462) legt man zum Fortnehmen des anhängenden Papiers, Harzes ꝛc. vor den Schaber noch eine dünne mit Filz überzogene Walze.

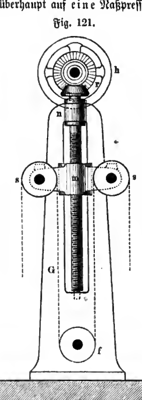
2. Zweite Naßpresse.

Der Wassergehalt des Papiers beträgt, nachdem dieses die erste Naßpresse verlassen hat, noch etwa 58 Proz., d. h. in 100 Thln. Papier sind noch 58 Thle. Wasser vorhanden. Um denselben weiter zu erniedrigen, liegt es nahe, das Papier ferner durch Walzenpressen zu führen, welche, in Folge der Festigkeitszunahme des Papiers durch die Wasserentziehung, mit einem weiter gesteigerten Drucke in Wirkung treten können, und so werden denn auch gewöhnlich zwei Naßpressen an einander gereiht, mitunter sogar drei beliebt, welche sich von der ersten nur durch die Filze und deren Anbringung unterscheiden, indem zunächst zu den Filzen etwas dichteres Gewebe genommen wird, weil sie viel weniger Wasser anzunehmen brauchen, und indem die Filzführung zur Ersparung von Raum und zur besseren Uebersicht in vertikalen Ständern angebracht wird (Steigfilz *F*). Außerdem kommt bei der Anordnung der Führung noch der Umstand in Betracht, daß das Papier in der ersten Naßpresse eine glatte Seite durch die Berührung mit der Oberfläche der Metallwalze und eine rauhe Seite

durch die Berührung mit dem Filze erhält, und daß man es, um beide Seiten gleichmäßig glatt zu bekommen, in umgekehrter Lage durch die zweite Naßpresse P_2 führt, wodurch die rauhe Seite an die Metallwalze gelangt.

In der zweiten Naßpresse verliert das Papier trotz des erheblichen Druckes nur wenig Wasser, da es nach den oben erwähnten Versuchen noch 54 Proz. Wasser, also in 100 Thln. Papier noch 54 Thle. Wasser behält. Diese geringe Abnahme von nur 4 Proz. ist dann auch naturgemäß oft Veranlassung, daß man sich überhaupt auf eine Naßpresse beschränkt, namentlich in allen Fällen, wo es genügt, dem Papier nur eine glatte Seite zu geben. — Deshalb ist begreiflich, daß man eine dritte Naßpresse sehr selten anwendet, und nur in solchen Fällen, wo man beim Auspressen des Wassers das Papier aufs Aeußerste schonen und die Druckzunahme in vier Stufen steigern will. — Aus demselben Grunde hat man auch hier wie bei der Kautschpresse zwei Walzen an die obere Preßwalze gelegt und damit namentlich bei starkem Papier eine schnellere Entwässerung bewirkt.

Fig. 121.



Zur Schonung der Filze einerseits und des Papiers andererseits sind verschiedene Mittel in Vorschlag und Anwendung gekommen, ohne jedoch bis jetzt allgemeine Aufnahme gefunden zu haben. Zunächst gehört hierher das in England vielfach auch bei der ersten Naßpresse ausgeübte Ueberziehen der unteren Filzwalze mit Filz oder Kautschuk, besonders dann aber die von Schöller in Düren, nach dessen D. R.-P. Nr. 13 930, bekannt gewordene Anbringung eines um die obere Walze gehenden und darüber von hölzernen Walzen getragenen sogenannten Oberfilzes, der durch eine seitwärts wirkende Walzenbürste stets rein gehalten wird und vor allen Dingen verhindern soll, daß das Papier an die harte Metallwalze gelangt, wodurch es für möglich gehalten wird, das Papier stärker zu pressen, weil es nun zwischen zwei Filzen durch die Presse geht.

Für die Spannung und Führung der Filze gilt dasselbe, was bereits oben bei der ersten Naßpresse hervorgehoben wurde. Nur sei hier erwähnt, daß man bei den Steigfilzen ganz allgemein eine Rollenspannung in einem hohen Gestell einrichtet, um die Uebersichtlichkeit zu erhalten. Eine solche Spannvorrichtung ist in Fig. 121 dargestellt. An jeder Seite der Papiermaschine befindet sich ein geschlitztes Gestell G mit einem festen Lager für die Führungswalze f und einem

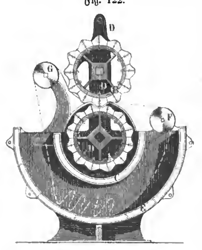
in dem Schlitz verschiebbaren Lager *m* für zwei Spannwalzen *s s*. Ueber diese drei Walzen läuft, wie durch punktirte Linien angedeutet ist, der Filz. Durch das Lager *m* geht eine lange Schraubenspindel, die, durch das Halslager *n* an der Längenverschiebung verhindert, bei ihrer Drehung das mit der Mutter versehene Lager also verschiebt und somit den Filz spannt oder lockert, je nach der Drehrichtung. Um die beiden Spannschrauben gleichzeitig und gleichmäßig drehen zu können, versieht man sie mit Kegelrädern, in welche zwei Kegelräder *r* eingreifen, die auf einer mit dem Handrade *h* ausgestatteten, über den Gestellen liegenden Welle befestigt sind.

3. Filzwaschen.

Der Naßfilz saugt natürlich bei der Berührung mit dem nassen Papier aus dem letzteren das Wasser mit den aufgelösten und suspendirten Theilen (Leim, Farbe, Füllstoff ꝛc.) so lange begierig auf, bis er sich damit gesättigt hat. Da nun fortwährend Wasser aus dem Filz verdunstet und von den Preßwalzen ausgepreßt wird und sich in Folge dessen nach und nach die genannten Substanzen in dem Filz anhäufen, so ist ein Reinigen des letzteren von Zeit zu Zeit unumgänglich nothwendig, um einerseits ein Beschmutzen des Papiers zu verhüten und andererseits die Wirksamkeit des Filzes zu beleben, d. h. die Hindernisse für das Durchlaufen des ausgepreßten Wassers zu entfernen. In manchen Fällen, z. B. bei Anfertigung eines weißen ungeleimten oder schwach geleimten Papiers ohne Füllstoff genügt gewöhnlich die Anbringung eines Spritzrohres, aus dem ein kräftiger Wasserstrahl gegen die Oberfläche des Filzes geleitet wird. In anderen Fällen ist die Anwendung eines mit der Papiermaschine verbundenen Waschapparates anzurathen, der aus einem Troge besteht, der durchlaufendes Wasser enthält. Eine noch kräftigere Reinigung erzielt man, wenn man diesen Waschtrog mit einer schwachen (einprozentigen) Natron- oder Sodalauge und kannelirten Waschwalzen versieht, wobei eine gelinde Erwärmung durch ein Dampfrohr den Erfolg noch mehr beschleunigt und erhöht. Nur fordert die Anwendung von Lauge unbedingt noch einen zweiten Trog, in dem der Filz reines Wasser passirt, um den letzten Rest von Lauge zu beseitigen, damit keine Lauge an das Papier gerathen kann. Es empfiehlt sich die Einrichtung eines solchen Doppeltroges um so mehr, als man für die gewöhnliche Waschung sich mit der Benutzung des Wassertroges begnügen kann und nur von Zeit zu Zeit den Laugetrog in Thätigkeit zu setzen braucht. In dem Wassertroge bringt man dann als besonders wirkungsvoll eine rotirende Bürste an, welche die Oberfläche aufbürstet, damit sich das Papier besser abhebt. Wünscht man dem Filz eine große Aufsaugungsfähigkeit zu geben, so muß man denselben noch vor dem Antritt an die Form durch ein Preßwalzenpaar auspressen lassen. Das gründlichste Reinigen des Filzes, verbunden mit der Beseitigung aller im Laufe der Zeit angesammelten Harztheile ꝛc. kann nur erfolgen, wenn man denselben ganz aus der Maschine nimmt und in einem besonderen Filzwascher mit Laugen bearbeitet. Als Filzwascher dient dann mit Vortheil eine Walzenwaschmaschine derselben Art, wie sie in den Tuchfabriken ꝛc. Verwendung findet und durch Fig. 122 (a. f. S.) skizzirt ist.

Sie besteht wesentlich aus den zwei sich drehenden, in dem Gestell $D D'$ gelagerten Walzen A und B, welche aus gußeisernen Trommeln mit aufgeschraubten, wellenförmigen Holzstäben gebildet und zur Schonung der Filze mit Tuch benagelt werden. Unter der Walze A befindet sich ein Trog E zur Aufnahme der Waschflüssigkeit. Der gewöhnlich mit den beiden Enden zusammengenähte Filz läuft über die Führungswalzen F und G zwischen den Walzen A und B durch und wird von diesen ununterbrochen so lange durch die Waschflüssigkeit gezogen, bis die Reinigung erfolgt ist. Zugleich wird die Oberwalze B in Folge einer Hebelgewichtsbelastung stark gegen die Unterwalze und dadurch an den Filz gedrückt, was um so mehr eine gründliche Reinigung herbeiführt, als die schmutzbeladene Lauge hierdurch ausgepreßt und durch die konzentrische Rinne C weggeführt wird. — Die an einigen Orten gebräuchlichen Hammerwaschmaschinen sind weniger empfehlenswerth, weil sie die Filze sehr ungleichmäßig waschen und stark angreifen.

Fig. 122.



V. Trockenapparate.

Wie oben bemerkt, kann man das auf mechanischem Wege fortzuschaffende Kapillarwasser nicht höher als etwa 50 Proz. beziffern und demnach ohne ernste Gefahr für das Papier mit diesen Mitteln die Entwässerung nicht über 50 Proz. bringen. Hieraus ergiebt sich die nothwendige Folge, daß man den durch Adhäsion festgehaltenen Wasserantheil nur auf dem Wege der Verdunstung fortzuschaffen vermag und daß man mit der Papiermaschine Apparate in Verbindung bringen muß, welche die Verdunstung in einem der Geschwindigkeit der Maschine angepaßten Zeitraume vollziehen, da man im Allgemeinen gegen die Bestimmung der Papiermaschine verstoßen würde, wenn man dieses Trocknen (séchage, *drying*) wie bei der Handpapierfabrikation durch Aufhängen in der Luft bewerkstelligen wollte.

Zur Begründung der Mittel, welche zur Beschleunigung des Trocknens in Anwendung kommen, hat man sich zunächst nur daran zu erinnern, daß zur Verdunstung einer bestimmten Wassermenge eine ebenso bestimmte Wärmemenge gehört und daß zur Fortschaffung des Wasserdunstes ein Träger nothwendig ist, der hier immer in der umgebenden atmosphärischen Luft dargeboten wird. Es genügt daher zur Hervorbringung einer beschleunigten Verdunstung die Zu-

führung einer vergrößerten Wärmemenge in der Zeiteinheit in Verbindung mit einem entsprechenden Luftwechsel. Außerdem kommt als besonders wichtig das Verhalten des Papiers zu der Wärme in Betracht, denn abgesehen von einer bei hoher Temperatur erfolgenden Verbrennung des Papiers ist zu berücksichtigen, daß eine sehr schnelle Wärmezufuhr im Inneren desselben eine Dampfspannung hervorruft, welche beim Austritte des Dampfes ein Mitreißen der Fasern auf die Oberfläche um so leichter zur Folge hat, als außerdem der etwa vorhandene Harzleim erweicht. Durch diesen Vorgang wird aber nicht nur der Zusammenhang, die Textur, des Papiers gelockert und somit dessen Festigkeit beeinträchtigt, sondern auch eine unerwünschte Rauhigkeit der Oberfläche erzeugt. Es soll daher aus diesem Grunde eine Erwärmung des Papiers bis zur plötzlichen Verdampfung des Wassers vermieden werden.

In dem Zustande, in welchem sich das von der Naßpresse kommende Papier befindet, ist in dem letzteren jedenfalls nur eine äußerst geringe Spannung vorhanden. In Folge der Wasserverdunstung tritt aber eine sehr bemerkbare Annäherung der Fasern und dadurch eine leicht meßbare Verkürzung des Papiers ein, wenn letzteres sich zwanglos zusammenziehen kann; sie erscheint aber als Spannungszunahme, wenn das nasse Papier verhindert wird, sich zusammenzuziehen und zwar, wenn ein solches Hinderniß nur in einer Richtung vorhanden ist, in Verbindung mit einem Zusammenschrumpfen in einer zu der ersten Richtung rechtwinkelig stehenden. Solche Spannungsvermehrungen haben aber einen ungünstigen Einfluß auf die Elastizität des Papiers, indem sie dieses spröder machen. Zur Vermeidung dieser Sprödigkeit in Folge von Spannungsvermehrungen soll man der freien Zusammenziehung des Papiers während des Trocknens Rechnung tragen.

Der Zusammenziehung des Papiers durch die Verdunstung des Wassers steht eine Ausdehnung durch die Temperaturerhöhung gegenüber, weil das Papier auch dem allgemeinen Ausdehnungsgesetze durch die Wärme folgt. Daher gehört zur Abmessung der in Betracht kommenden Größen die Kenntniß der linearen Zusammenziehung bei Wasserverlust und der Ausdehnung durch die Wärme.

In Bezug auf die Ausdehnung durch die Wärme ist zu bemerken, daß dieselbe innerhalb der in Frage kommenden Temperaturerhöhungen so gering ist, daß sie außer Betracht bleiben kann. Bezüglich der Zusammenziehung des Papiers in Folge der Wasserverdunstung dahingegen ergaben Untersuchungen des Verfassers sehr bemerkenswerthe Zahlen und außerdem, wie leicht begreiflich ist, erhebliche Abweichungen bei den verschiedenen Papiersorten. Als Anhaltspunkt läßt sich annehmen, daß die lineare Verkürzung:

für ungeleimtes Papier . . . . 4 Proz.
für harzgeleimtes Papier . . . . 3 „

beträgt.

Zu diesen Hauptbedingungen, welche die Trockenapparate zu erfüllen haben, tritt im Allgemeinen noch eine weitere in der Forderung hinzu, daß das Papier auf beiden Seiten gleich ausfällt und deshalb auf beiden Seiten gleichmäßig ge-

trocknet und geglättet wird und daß dasselbe auch während des Durchganges durch den Trockenapparat übersichtlich bleibt.

Die Trockenapparate (sécherie) können nun entweder:

1. eine Einrichtung haben, bei welcher das Papier in abgeschlossenen Räumen der Einwirkung heißer Luft in der Weise ausgesetzt wird, daß die Luft das Papier an beiden Seiten gleichmäßig bestreicht und mit Wasser gesättigt abzieht, oder
2. eine solche, bei welcher das Papier in einiger Entfernung an heißen Körpern vorbeigeführt und so durch Strahlung getrocknet wird, oder
3. eine solche, bei welcher die Verdunstung des Wassers durch direkte Berührung mit heißen Körpern erfolgt, oder endlich
4. eine aus den drei oben genannten Einrichtungen zusammengesetzte.

Von diesen vier verschiedenen Möglichkeiten ist in erster Linie diejenige zu bevorzugen, welche die genannten Bedingungen mit den einfachsten Mitteln am sichersten und am vortheilhaftesten erfüllt, und da dieses bei dem Systeme der Fall ist, bei welchem das Papier durch direkte Berührung mit heißen Körpern getrocknet wird, weil hierbei die Wärme am ökonomischsten ausgenutzt und dem Papiere am gleichmäßigsten mitgetheilt wird, so sind die der dritten Einrichtung entsprungenen Trockenapparate allgemein in Aufnahme gekommen und zur Regel geworden.

Die Körper, welche hierbei die Wärme von der Wärmequelle empfangen, um sie auf das Papier zu übertragen, müssen vor Allem so hergestellt werden, daß die Wärmeaufnahme leicht und sicher von statten geht und daß die Berührung derselben mit dem Papiere eine möglichst innige werden kann. Daraus ergiebt sich als die passendste Form ein zylindrisches Gefäß, in welches man Wärme einführt und um welches sich das Papier herumlegt. Indem man dann als Wärmeträger Wasser in dem Zustande des Dampfes wählt, entsteht als der einfachste und zweckmäßigste Trockenapparat eine Dampftrommel (Trockentrommel, cylindre sécheur, *drying cylinder*), welche zur vortheilhaften Abgabe der Wärme aus Metall und zugleich dadurch als Transportmittel mit benutzt wird, daß sie eine drehende Bewegung erhält.

Um eine möglichst große und innige Berührung des Papiers mit der Oberfläche der Trockentrommel zu gewinnen, führt man dasselbe zunächst so um die Trommel, daß es den größten Theil des Umfanges, gewöhnlich $^7/_{10}$ bis $^8/_{10}$, umfaßt. Der zum Trocknen sehr wünschenswerthe feste Anschluß an die Trommel würde, wenn man ihn durch ein Anziehen des Papiers erreichen wollte, in diesem eine Spannung hervorrufen, die bei dem nassen Zustande ein sofortiges Zerreißen desselben zur Folge hätte. Man ist deshalb genöthigt, ein Mittel zur Anwendung zu bringen, welches, ohne im Papiere eine Spannung zu erzeugen, das Anpressen bewerkstelligt, und daher nur in einem biegsamen Mantel zu bestehen hat, der sich als endloses Band über dem Papiere um die Trommel legt und mit dieser fortbewegt. Zu einem solchen Mantel kann jedes entsprechend breite, genügend feste Gewebe dienen. Man benutzt aber gewöhnlich dicht gewebte Wollstoffe (weshalb diese Umhüllungen allgemein Trockenfilze genannt

werden), vielfach auch Baumwollgewebe, welche nicht nur bedeutend billiger sind als die Wollfilze, sondern insbesondere noch den Vortheil darbieten, daß sie länger in gleichgutem Zustande bleiben, da sich dieselben nicht wie die Gewebe aus Wolle allmählich verfilzen, verdichten und steif und brüchig werden, sondern ihre ursprüngliche Porosität und Durchlässigkeit viel länger bewahren. — Aus demselben Grunde wird auch wohl das unter dem Namen Segeltuch bekannte Gewebe angewendet. — Für sehr dicke Papiere, Karton und insbesondere Pappe hat sich für diesen Zweck selbst ein Drahtgewebe aus Messingdraht von 0,5 mm Dicke und 1,5 mm Maschenweite vorzüglich geeignet erwiesen (Zivilingenieur 1877, S. 546). — Daß diese Trockenfilze wie die Naßfilze gehörig durch Spannwalzen gespannt und durch Lauf- und Führungswalzen in richtiger Lage und geradem Laufe gehalten werden müssen, bedarf hier nur der Andeutung.

Da es Bedingung einer günstigen Trocknung ist, daß diese niemals durch plötzliche Wärmezufuhr stattfindet, und doch zum Verjagen des Wassers eine bedeutende Wärme zugeführt werden muß, so folgt daraus, daß das Trocknen vortheilhaft in Bezug auf die Beschaffenheit des Papiers niemals auf einer einzigen Trommel vor sich gehen darf, sondern stets mehrere Trommeln verlangt, welche, mit verschiedenen Wärmegraden ausgestattet, in ihrer Gesammtoberfläche eine genügend große Verdunstungsfläche mit entsprechenden Wärmeabstufungen darbieten. In Bezug auf die Bestimmung der hier in Betracht kommenden Größe der Gesammtoberfläche ist in erster Linie die Wassermenge maßgebend, die in einer bestimmten Zeit verdunsten soll. Wenn nun hier im Allgemeinen zwar angenommen werden kann, daß zur Gewinnung von 100 kg trockenem Papier 125 kg Wasser zu verdunsten sind, so bietet doch diese Annahme selbst in Verbindung mit den anderen wichtigen Faktoren (Abkühlung, Vorwärmung der Filze u. s. w.) keine genügende Grundlage für die Berechnung der wärmenden Flächen, weil bei jeder Papiermaschine ein bedeutender Wechsel in der Geschwindigkeit des Ganges, der Art und Dicke des Papiers ꝛc. vorgesehen werden muß. Aus dem Grunde begnügt man sich mit einer empirischen Regel, indem man die Summe der Durchmesser der sämmtlichen Trommeln einschließlich der Filztrockner etwa gleich 12 m macht. —

Im Allgemeinen kann man in der Anordnung der Trockentrommeln zwei Hauptsysteme erkennen:

1. Trommeln von großem Durchmesser in kleiner Zahl,
2. Trommeln von kleinem Durchmesser in großer Zahl.

Zur Vergleichung dieser beiden Systeme geht man am einfachsten von dem Gesetze aus, nach welchem unter sonst gleichen Bedingungen (gleiche Lufttemperatur, gleicher Barometerstand, gleicher Feuchtigkeitsgehalt der Luft, gleiche Papierdicke und gleiche Einwirkungsdauer, gleiches Trommelmaterial ꝛc.) die Verdampfung Q proportional ist der verdampfenden Fläche F und der Temperatur dieser Fläche t, also daß $Q = Ft$, wonach es zunächst theoretisch gleichgültig ist, ob man große Flächen mit kleinen Temperaturen, oder umgekehrt, kleine Flächen mit höheren Temperaturen wählt. Die Temperatur t ist nun selbstverständlich die mittlere

Temperatur aus den verschiedenen Temperaturen $t_1 t_2 t_3 t_4 \ldots . t_n$ und F die Gesammtfläche der sämmtlichen n Trommeln. Nimmt man nun an, daß jede Trommel zum Trocknen eine gleich große Fläche f darbietet, so folgt daraus, daß

$$F = nf$$

und

$$t = \left(\frac{t_1 + t_2 + t_3 + t_4 \ldots . t_n}{n}\right),$$

so daß

$$Q = (ft_1 + ft_2 + ft_3 + ft_4 \ldots . ft_n)$$

ist. Diese Gleichung läßt erkennen, daß, wenn die Temperaturen t_1 rc. regelmäßige Intervalle haben, d. h. wenn ihre Differenzen konstant sind, bei einer gleichen Mitteltemperatur zwischen den Anfangs- und Endtemperaturen um so mehr Abstufungen vorhanden sein können, je größer die Zahl der Trommeln, daß also bei einer großen Zahl kleiner Trommeln ein vortheilhafteres Trocknen bewirkt wird, als bei einer kleinen Zahl großer Trommeln, weil bei dem Uebergange von einer auf die andere die plötzlichen Wärmeerhöhungen gering ausfallen. Nimmt man z. B. eine Anfangstemperatur von 30°, eine Endtemperatur von 75° und fünf Trommeln, so vertheilt sich die Wärme nach der Reihe 30, 40, 50, 60, 75°, bei neun Trommeln aber nach der Reihe 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 75°.

Zu diesem unzweifelhaften Vortheil, welchen eine größere Anzahl kleinerer Trommeln darbietet, tritt außerdem noch eine bedeutende Ersparung von Dampf, da ja die Zylindervolumina sich verhalten wie die Quadrate der Durchmesser, während die Oberflächen sich wie die einfachen Durchmesser verhalten. Demgemäß würden z. B. fünf Zylinder von 1 m Durchmesser zur Füllung genau doppelt so viel Dampf nothwendig machen als zehn Zylinder von 0,5 m Durchmesser, obwohl beide Gruppen gleiche Oberflächen darbieten.

Diesen Vortheilen gegenüber stehen andererseits manche ebenso unverkennbare Nachtheile. Zunächst ist es sehr schwer, eine große Anzahl von Zylindern so sicher zu lagern und in den Lagern zu erhalten, daß sämmtliche Achsen parallel liegen, was doch nothwendig ist, um ein Schiefziehen und Zerreißen des Papiers zu verhüten. Dann bedürfen kleine Zylinder zur Hervorbringung einer entsprechenden Umfangsgeschwindigkeit einer größeren Anzahl von Umdrehungen, wodurch leicht ein unruhiger Gang entsteht. Und endlich ist die Anbringung der Trockenfilze, namentlich wenn zweckmäßiger Weise jede Trommel ihren besonderen Filz erhalten soll, sehr umständlich, sowie die häufige Ueberführung des Papiers von Trommel zu Trommel auch öfter Veranlassung zum Bruche des Papiers.

Da nun diese genannten Nachtheile sämmtlich bei dem Systeme der großen Trommeln nicht vorhanden sind und sich die Vortheile des anderen Systems doch auch hier in einer für die Praxis genügenden Weise erreichen lassen, natürlich mit Ausnahme des Dampfverbrauchs, so bildet das System der großen Dampftrommeln die Regel. — Man giebt diesen Trommeln durchschnittlich 1 m Durchmesser (90 bis 120 cm) und ordnet sie gruppenweise so an, daß das Papier abwechselnd mit der oberen und unteren Seite die Trommelfläche berührt. Um dabei eine große Berührungsfläche zu gewinnen und an Raum zu sparen, legt

man die Trommeln im Zickzack über einander und bildet so gemeiniglich Gruppen von je drei Trommeln, wie Fig. 123 zeigt, in welcher die Trommeln I, II, III

Fig. 123.

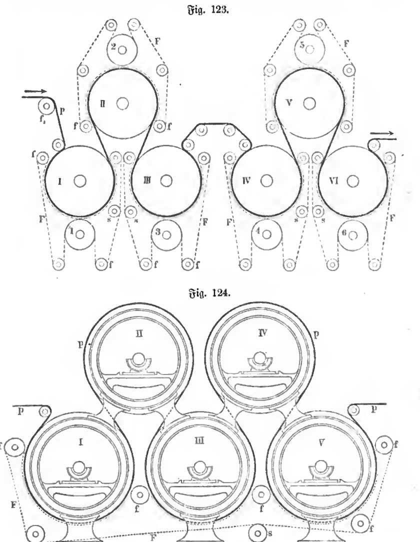


Fig. 124.

zur ersten, die Trommeln IV, V und VI zur zweiten Gruppe gehören. Die Gruppen zusammen nennt man wohl eine Batterie. Uebrigens trifft man

vielfach andere Gruppirungen, da dieselben auch von der Zahl der Trommeln abhängen. So ist in England die von Tidcombe angegebene Anordnung einer Batterie mit fünf Trommeln I, II, III, IV, V (Fig. 124 a. v. S.) als höchst zweckmäßig anerkannt und viel in Gebrauch.

Zur Aufstellung einer Batterie von vier Trommeln wählt Escher-Wyß in Zürich die in Fig. 125 gezeichnete Theilung I, II, III zu einer Gruppe und IV getrennt.

Fig. 125.

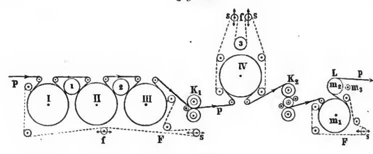
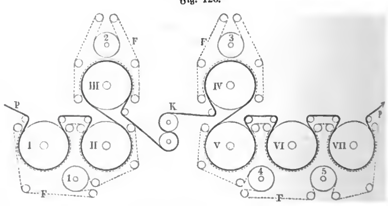


Fig. 126.



Endlich ist noch in Fig. 126 eine Anordnung vor Augen geführt, welche von Gebrüder Hemmer in Neidenfels bei Anwendung von sieben Trommeln in zwei Gruppen I, II, III und IV, V, VI, VII getroffen ist.

Besonders bemerkenswerth ist übrigens die in Amerika allgemein angenommene Aufstellung sämmtlicher Zylinder, z. B. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, Fig. 127, in einer Horizontalreihe, die allerdings den größten Raum beansprucht, aber in hohem Grade die Uebersicht über das Papier, die Maschine und die Trockenwirkung gewährt und die stabilste Aufstellung ermöglicht. Nur gestattet sie nicht, ohne große Einbuße an Trockenfläche, ein Wenden des Papiers, so daß dieses nur auf einer Seite geglättet wird, ein Mangel, der durch Anwendung eines Satinirwerkes leicht beseitigt werden kann.

Die Anlage der Trockenfilze kann nach zwei wesentlich verschiedenen Systemen erfolgen, je nachdem nämlich:

1. jede Trockentrommel mit einem besonderen Trockenfilze ausgestattet wird (kurze Filze), oder
2. mehrere Trockentrommeln einen einzigen Trockenfilz gemeinschaftlich erhalten (lange Filze).

Das erste System gestattet allein eine vollständige Unabhängigkeit der Trommeln in Bezug auf ihre Geschwindigkeit sowie die weitestgehende Regelung der letzteren und muß daher als das vollkommenste und richtigste hingestellt werden. Bei dem zweiten Systeme müssen stets diejenigen Trommeln eine gleiche Umfangsgeschwindigkeit bekommen, welche gemeinschaftlich zu einem Filze gehören, wodurch die oft höchst wünschenswerthen oder auch nothwendigen Geschwindigkeitsregulirungen nur zwischen den durch die Filze gebildeten Gruppen möglich und in Folge dessen unzureichend werden.

Fig. 127.

Bei dem Gange, den die Trockenfilze mit dem Papier um die Trommeln machen, wird der im Papier entwickelte Dampf von den Poren der Filze aufgenommen und hier wieder zum größten Theil verdichtet, so daß die Filze sich nach und nach mit Wasser sättigen und die Aufnahmefähigkeit für Dampf einbüßen. Aus diesem Grunde ist für ein unausgesetztes Trocknen der Filze Sorge zu tragen und bei der Anlage der Trockenfilze auf die Anbringung von Trockenapparaten Rücksicht zu nehmen, was in der einfachsten Weise durch Einschaltung von Dampftrommeln geschieht, welche von den Filzen bei ihrer Fortbewegung so umspannt werden, daß sie die Trommeln mit der Rück- und nicht mit der Papierseite berühren, weil diese dann weniger schnell hart, dicht und somit unbrauchbar wird.

Nun ist leicht begreiflich, daß die Zahl der Filztrockenwalzen mindestens gleich der Zahl der Filze ist und daß man, um einerseits die Zahl dieser Trockenwalzen zu vermindern und andererseits den ganzen Trockenapparat zu vereinfachen, in sehr vielen Fällen auf die Vortheile der kurzen Filze verzichtet und lange Filze anwendet. Die Unterschiede treten deutlich bei der Vergleichung der Figuren 123, 125 und 126 hervor, in welchen die Papiertrockentrommeln mit römischen Zahlen (I, II ꝛc.), die Filze mit punktirten Linien und die Filztrockenwalzen mit arabischen Zahlen (1, 2, 3 ꝛc.) angedeutet sind. Außerdem mag hier noch bemerkt werden, daß bei sehr langen, z. B.

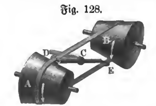
fünf Trockentrommeln umspannenden Trockenfilzen (Fig. 124) die Berührung derselben mit der großen Trockenfläche genügt, um sie auf den gehörigen Grad zu entwässern, so daß hier sogar die Filztrockenwalzen ganz entbehrlich sind.

Ueber die Spannung und Führung der Trockenfilze kann hier auf das oben Erörterte verwiesen werden.

Bei der Bestimmung der Umfangsgeschwindigkeit der Trockentrommeln kommt selbstverständlich in erster Linie die Geschwindigkeit der Form in Betracht und dann der Umstand, ob man es für erforderlich hält, auf die S. 351 erwähnte ungünstige Spannungsänderung und den Einfluß der Ausdehnung des Papiers durch die Wärme Rücksicht zu nehmen. Nimmt man nun an, daß das Papier bei dem Verluste von 46 Proz. Adhäsionswasser sich ungefähr, je nach der Sorte, um 3 bis 4 Proz. verkürzt, so müßte man, um diese Kürzung und somit ein ungezwungenes Trocknen zu gestatten, die Umfangsgeschwindigkeit der Trommeln allmählich um 3 bis 4 Proz. kleiner als die Geschwindigkeit der Form anordnen. Bei gleichen Geschwindigkeiten wird also das Papier um dasselbe Maß gedehnt und dadurch eine Verminderung seiner Festigkeit und Bruchdehnung in der Längenrichtung erleiden, welche als die Folge einer gewaltsamen, mit dem Strecken eines Metalles zwischen Walzen vergleichbaren Verlängerung zu betrachten ist; trotzdem wird doch in der Regel bei der Anordnung der Geschwindigkeiten auf diesen Umstand keine Rücksicht genommen, da zunächst eine gewisse Ausgleichung in der Verlängerung durch die Temperaturerhöhung geboten ist, insbesondere aber deshalb, weil ohne eine erhebliche Anspannung des Papiers sich leicht Falten und Runzeln bilden. — In Anbetracht aber auch eben desselben Umstandes, daß die Elastizität des Papiers mit der Anspannung leidet, muß eine wachsende Geschwindigkeit der Trommeln für unthunlich erklärt werden.

Die Bewegung sowohl der Papier- als der Filztrockentrommeln muß mit der größten Gleichmäßigkeit von statten gehen und verlangt daher an denselben sehr sorgfältig ausgeführte Zahnräder, welche den Antrieb von einer allgemeinen Transmission empfangen. — Hierbei kann die Anordnung entweder so getroffen werden, daß jede Trommel für sich angetrieben wird, oder daß nur eine Trommel einer Gruppe direkt von der Transmission und die anderen von dieser Trommel die Bewegung empfangen. Die erste Anordnung ist die vollkommenste und stets bei kurzen Filzen anzuwenden, wenn mit diesen die Unabhängigkeit der Trommeln erreicht werden soll; die zweite zeichnet sich durch Einfachheit aus und genügt bei langen Filzen. In beiden Fällen sollte aber die Möglichkeit geboten sein, kleine Geschwindigkeitsänderungen schnell und sicher vorzunehmen, was vielfach durch Anwendung von Kegeltrommeln geschieht, die nach Fig. 128 aus zwei Kegeln A und B bestehen, deren Spitzen einander entgegenstehen und über die ein Riemen läuft, der durch den Riemenführer DCE, der bei D und E den Riemen umfaßt, leicht verschoben werden kann. Da bei einer solchen Verschiebung sich sofort das Durchmesserverhältniß ändert, so tritt auch unmittelbar eine andere Umdrehzahl ein.

Fig. 128.



Der Eintritt des Dampfes in die Zylinder erfolgt natürlich durch die Drehzapfen derselben, die zu dem Zwecke eine Stopfbüchseneinrichtung besitzen, welche einen dichten Verschluß sichert, also nach demselben Prinzipe konstruirt ist, wie die S. 76 erklärte Verbindung der Dampfleitung mit dem Kugelkocher, und auch zweckmäßig als Ausstattung einen Aufsatz mit Manometer, Absperrventil ꝛc. besitzt. In gleicher Weise ist für den Dampfaustritt und die Entfernung des Kondensationswassers Sorge zu tragen durch Anbringung von Dampfaustrittsröhren und Schöpfer im Innern der Trommel. Bei der Anordnung der Dampfzuleitung sind zwei Fälle zu unterscheiden, je nachdem jede Trommel direkt mit dem Dampfkessel in Verbindung gesetzt wird, oder ob der Dampf eine Reihe von Trommeln so durchströmt, daß er von einer Trommel in die zweite, dann in die dritte u. s. w. eintritt. In Anbetracht dessen, daß das Papier nicht plötzlich, sondern allmählich erwärmt werden soll, ist die letztgenannte Durchströmungsart um so mehr zu empfehlen, als damit eine nicht unerhebliche Dampfersparung erzielt wird. Man läßt dann gewöhnlich den Dampf an einem Ende ein und am anderen aus und direkt in den nächsten Zylinder treten. — Vorsorglicher Weise findet man oft die Einrichtung getroffen, welche auch außerdem eine Verbindung jeder Trommel mit dem Dampfzuleitungsrohre durch Oeffnen eines Dampfhahnes gestattet. — Zum Ausschöpfen des kondensirten Wassers befindet sich in der Trommel eine Art Trompete, welche zugleich schaufelartig krumm sich unten an die innere Trommelwand anschließt, bei der Fortbewegung das Wasser mit in die Höhe nimmt und zentrisch aus einem besonderen Ausgußrohre ausgießt; oder der Dampfeinströmung gegenüber ein Heber, der abwärts fast bis an die innere Trommelwand reicht und durch den zweiten Zapfen hindurch nach außen tritt. — Von Wichtigkeit ist die Konstruktion der Zapfen zur Durchführung der Dampfleitung. Da die gewöhnlichen Stoffbüchsen, welche durch Anziehen von Schrauben gedichtet werden müssen, manche Unbequemlichkeiten darbieten, so hat man sie durch solche ersetzt, welche sich selbst dichten. — Hierzu gehört die Konstruktion von Ruach in Lockport (Papier-Ztg. 1884, S. 1468), wobei das ins Innere tretende Dampfrohr eine halbkugelige Wulst erhält, die mittelst des Dampfdruckes gegen die hohle Kugelfläche im Inneren des Zapfens gepreßt wird und dadurch die Abdichtung bewirkt. — Eine sehr einfache bewährte Abdichtungsvorrichtung wenden Gebr. Hemmer in Neidenfels an, indem sie die Einströmungs- und Ausströmungsmuffen vermittelst einer zentral durch die Trommel gehenden Stange anziehen und durch Gleitringe an der Stirnfläche der Zapfen abschließen. Zur Ausgleichung der ungleichen Längenausdehnung zwischen Stange und Zylinder durch die Wärme dient eine auf die Stange geschobene Spiralfeder.

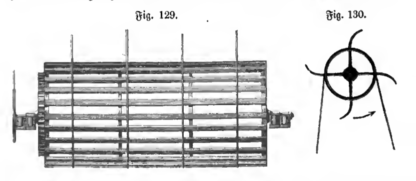
Bezüglich der Trockenapparate ist ferner noch hervorzuheben, daß es für den Dampfverbrauch sehr vortheilhaft ist, die Stirnseiten der Zylinder mit schlechten Wärmeleitern zu bekleiden und zwar am einfachsten dadurch, daß man Blechplatten in etwa 30 mm Abstand aufschraubt und den gebildeten Zwischenraum mit Asbest, passenden Korksteinen und dergl. ausfüllt. — Welche Vortheile hierdurch bei einer Maschine mit neun Trommeln von je 1 m Durchmesser erzielt werden, geht daraus hervor, daß die Stirnseiten zusammen 14,4 qm Abkühlungs-

fläche darbieten. Rechnet man bei den üblichen Druckverhältnissen und ununterbrochenem Betriebe pro Jahr nur etwa eine Kondensation von 25 000 kg Dampf auf 1 qm und für die Erzeugung von 7 kg Dampf 1 kg Steinkohlen, so ergiebt eine vollständige Isolirung der Stirnseiten eine jährliche Ersparung von $\frac{25\,000}{7} \cdot 14{,}4 = 50\,250$ kg Kohlen. — Wendet man, wie auch vorgeschlagen ist, Zylinder mit Doppelmantel an, so muß die innere Fläche mit Isolirmasse überzogen und der Dampf durch die hohlen Arme des Armkreuzes zugeführt werden, um eine gleichmäßige Anwärmung zur Vermeidung des Abreißens der Arme zu erhalten (D. R.-P. Nr. 15 725).

Bemerkenswerth ist besonders in den Fällen, wo die Papierfabrikation ausschließlich mit Wasserkraft betrieben wird, der Vorschlag, die Trockenzylinder mit erhitzter Luft zu erwärmen, um eine Dampfkesselanlage zu umgehen und zugleich die Explosionsgefahr zu beseitigen (D. R.-P. Nr. 20 852). —

Die Abführung der mit dem verdunsteten Wasser gesättigten Luft erfolgt in der Regel einfach durch Oeffnungen im Dache des Maschinensaales ohne weitere Vorrichtung, weil hierzu gewöhnlich die von den Trockentrommeln ausgehende Wärme genügt. — In einzelnen Fällen verwendet man wohl Ventilatoren

Fig. 129. Fig. 130.



dazu. — Andererseits fehlt es auch nicht an Vorschlägen und Einrichtungen, welche einen starken Luftwechsel in unmittelbarer Nähe der Papierbahn hervorbringen, um auf solche Weise eine starke Verdunstung bei geringerer Temperaturerhöhung zu bewirken und die oben erwähnte schädliche Beeinflussung in Folge der Spannung aufzuheben, also die Vortheile der Lufttrocknung auch für die Papiermaschine zu gewinnen und zwar zunächst durch Anbringung sog. Windhaspel. Diese bestehen im Allgemeinen aus einer durchbrochenen Trommel, Fig. 129, welche in der Regel aus Latten hergestellt und durch einen Zahnkranz in Bewegung gesetzt wird, und einem Flügelventilator, Fig. 130, der sich im Inneren dieser Trommel mit entsprechender Geschwindigkeit dreht, während sich das Papier mit dem Haspel fortbewegt. — Nach dem einen Systeme wechseln diese Windhaspel mit den Trockentrommeln so ab, daß die Papierbahn abwechselnd einen geheizten Zylinder und einen Windhaspel in der Weise passirt, daß jede Papierseite vorübergehend an die Heizfläche und den Haspel gelangt.

Dieses System bringt insbesondere Erkens (Düren) mit fünf Haspeln zur Ausführung. — Außerdem hat Hoesch in Düren (D. R.-P. Nr. 18122) an seinen Maschinen noch die Einrichtung getroffen, daß das Papier, von der Presse kommend, nur mit zwei Stück 10 cm breiten Filzstreifen um die Zylinder geführt und hinter jedem Zylinder durch einen Ventilator getrocknet und gekühlt wird, bis es äußerlich eine feste Textur gebildet hat. Dann gelangt es auf gewöhnliche Filze und Trockenzylinder.

Nach einer anderen Methode sucht Borry eine bestimmte gleichbleibende Spannung im Papier durch die Regelung des Dampfzutrittes in der Weise zu erzielen, daß mit der Spannungszunahme das Dampfzulaßventil automatisch geschlossen und mit dem Schlaffwerden geöffnet wird (Papier-Ztg. 1884, S. 32).

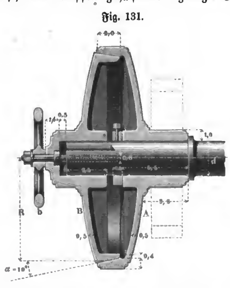
VI. Haspel und Rollapparate.

A. Haspel.

In demselben Maße, d. h. mit derselben Geschwindigkeit, mit welcher das Papier die letzte Trockentrommel verläßt, ist dasselbe, wenn zunächst von einigen Nebenarbeiten Abstand genommen wird, als nunmehr fertig in eine zweckentsprechende Form zu bringen und von der Maschine abzunehmen. Da diese Form in einem Zylinder oder Prisma gefunden ist und somit durch Aufwickeln der Papierbahn auf einen prismatischen oder zylindrischen Körper in höchst bequemer Weise beschafft werden kann, so ist als Abnehmeorgan ein diesen Körper bildender Haspel (dévidoir, *reel*) vorhanden, der in Folge seiner Drehbewegung sich mit Papier bewickelt. — In der Regel besteht dieser Haspel aus sechs oder acht Stäben, die skeletartig durch radiale Arme mit einer Achse verbunden sind, oder neuerdings auch wohl der Leichtigkeit halber aus schwachwandigen Metallröhren, die in einem Kreise zusammengestellt, mittelst Rosettenscheiben von etwa 0,6 m Durchmesser ihre feste Verbindung mit einer Drehachse bekommen. Der Haspel erhält seine Drehung durch Riemen aber selbstverständlich in der Weise, daß die Papierbahn mit gleichbleibender Geschwindigkeit aufgewickelt wird, d. h. daß die Zahl der Haspelumgänge sich im Verhältniß zur Durchmesserzunahme durch die Papierlagen vermindert. Früher wurden zu dem Zwecke oft lange Riemenkegel (S. 356) verwendet, auf welchen sich der Riemen ununterbrochen vermittelst einer Leitspindel verschob. Jetzt sind viel häufiger Reibungskuppelungen in Gebrauch, da dieselben neben der Einfachheit und Sicherheit des Betriebes auch noch den Vortheil haben, daß sich der Eingriff leicht reguliren läßt und plötzliche Widerstandsvermehrungen eine Selbstauslösung hervorrufen. — Von den zahlreichen bekannten Reibungskuppelungen empfiehlt sich als hier besonders gut anwendbar die durch Fig. 131 (a. f. S.) vor Augen geführte Kegelkuppelung. Sie besteht aus den zwei Hälften *A* und *B*, wovon sich *A* um die Haspelachse *d* dreht und vermittelst einer punktirt angedeuteten Riemscheibe den Antrieb erhält, während *B* sich längs der Achse auf

Nuth und Keil verschieben läßt. Wird nun die Kuppelungshälfte B mit ihrem konischen Kranze in den Hohlkegelkranz A eingepreßt, so erfolgt die Mitnahme der Achse von der Hälfte A. Das achsial gerichtete Anpressen geschieht durch eine Schraube und das Handrad b und zwar um so stärker, je fester das Handrad angezogen wird. Indem nun die in Folge dessen zwischen den Kegeln entstehende Reibung genau so groß gemacht werden kann, als zum Aufwickeln erforderlich ist, überwindet die Spannung im Papier diesen Reibungswiderstand so weit, daß zwischen den Kuppelungshälften ein geringes Gleiten und dadurch ein Zurückbleiben des Haspels im Verhältnisse zur Durchmesserzunahme eintritt; aus denselben Gründen folgt die Aufwickelung genau der Papiergeschwindigkeit. — Denselben Zweck erreicht man übrigens auch durch Anwendung von Keilrädern, wenn das treibende Rad aus- und einrückbar angeordnet ist (Reuleaux, Konstrukteur, 4. Aufl., S. 504).

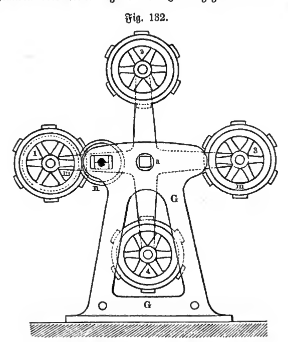
Fig. 131.



Wenn der Haspel sich mit einer gewissen Papiermenge bewickelt hat, welche am einfachsten durch die Umdrehungen eines Rädchens gezählt wird, das durch das Papier selbst in Drehung versetzt wird, ist derselbe durch Abnahme des Papiers zu entleeren. Selten trifft diese Abnahme des Papiers vom Haspel mit einem Stillstande der Papiermaschine zusammen, und wird es deshalb nothwendig, vor Beginn des Abwickelns einen anderen Haspel zum Aufwickeln der Papierbahn in Thätigkeit zu bringen. Aus dem Grunde stattet man jede Maschine mindestens mit einem Reserve-Haspel, oft auch mit drei und vier Haspeln aus, bei deren Anlage vor Allem auf ein sicheres, schnelles und bequemes Aufbringen der Papierbahn zu sehen ist. Zu dem Zwecke legt man die Haspel entweder über- oder nebeneinander in feste, oder im Kreise vertheilt, in drehbare Gestelle, welche das Einrücken eines Haspels durch Drehung um eine horizontale Achse bewirken und für diesen Zweck aus einer solchen Achse mit radialen Armen bestehen, die an den Enden für die Aufnahme der Haspel eingerichtet und so vertheilt sind, daß sie sich ausbalanziren. Eine sehr einfache Anordnung für vier Haspel zeigt Fig. 132. Die sechsstäbigen Haspel 1, 2, 3, 4 hängen mit ihren Zapfen in zwei, mit der Achse a drehbaren, vierarmigen Kreuzen, die nach einer Drehung von 90° durch Vorsteckstifte und dergl. festgestellt werden. In demselben Gestelle G, welches diese Kreuze trägt, befindet sich bei n ein

Keilrad, welches, von einer auf seiner Welle sitzenden Riemscheibe angetrieben, durch Eingriff in ein an jedem Haspel sitzendes Nuthenrad *m* den Haspel durch Reibung mitnimmt. Um die Größe dieser Reibung den oben erwähnten Bedingungen anpassen zu können, wird das Lager des treibenden Rades *n* in einem Schlitze des Gestells angebracht und vermittelst einer im Gestelle liegenden, durch Schrauben oder Keile regulirbaren Feder gegen das Rad *m* gepreßt.

Fig. 132.



Man erreicht durch diese einfache Anordnung, daß die Drehung des Kreuzes durch eine auf dessen Achse *a* gesteckte Kurbel zugleich ohne Weiteres das Aus- und Einrücken der Räder *m* und *n* bewirkt.

B. Rollapparate.

Die bewickelten Haspel können nun entweder in der Weise entleert werden, daß man den ganzen Papierwickel herunterschiebt oder dadurch, daß man denselben wieder abrollt oder endlich dadurch, daß man ihn durch einen Schnitt in der Richtung der Achse in so viel Blätter zertheilt, als Wickellagen vorhanden sind. — Die erste Methode ist die umständlichste und daher wohl kaum in Gebrauch. Die dritte Methode findet oft in den Fällen Anwendung, wo doch später ein Zerschneiden der Papierbahn in kleinere Formatblätter stattfinden

muß. In Rücksicht jedoch darauf, daß die Lagen ungleich lang (die äußeren länger als die inneren) sind, und in Folge dessen beim Beschneiden auf gleiche Größe viel Abfall entsteht, sucht man sie auch zu vermeiden, weshalb denn die Abnahme durch Abwickeln als Regel zu betrachten ist.

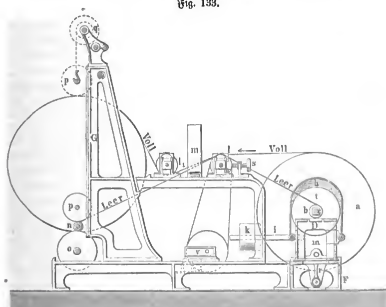
Man kann nun hierbei die Absicht haben, das Papier wieder in die Gestalt von Rollen zu bringen, oder dasselbe sofort in Bogen zu zertheilen, je nachdem eine spätere Verwendung große Längen in der Gestalt von Rollen, oder in abgemessenen Größen in der Form von Bogen fordert oder wünschenswerth macht. Während beispielsweise das Schreibpapier ausschließlich und das Druckpapier zu einem großen Theile in Bogen zur Verwendung gelangt, ist für die Fabrikation von Tapeten, Pergamentpapier, Buntpapier u. s. w.; insbesondere aber für den sog. Rotationsdruck auf Rotationsdruckmaschinen das Papier von sehr großer Länge in Rollen nothwendig.

Zum Aufwickeln des Papiers in Rollen (Rollen, enroulage, *rolling*) bedient man sich für gewöhnliche Fälle einer Achse oder Spindel, welche, in einem Gestell liegend, Umdrehung erhält und das damit verbundene Papier mit einer Spannung aufwickelt, welche durch den Widerstand hervorgebracht wird, den eine durch Band und Gewicht erzeugte Bremsung des Haspels hervorruft. Da diese Spannung ebenfalls vom Papier ertragen werden muß, so kann sie, um die Gefahr des Zerreißens zu vermeiden, selten so groß sein, als zum festen Aufwickeln des Papiers für Rotationsdruckmaschinen erforderlich ist. Für diesen Fall wird daher am passendsten die verlangte außerordentlich feste Wickelung durch eine genügend schwere Walze bewirkt, welche während des Aufrollens an der Aufrollstelle auf dem Papierwickel liegt und sich, unter gleichzeitiger Hebung mit der Durchmesserzunahme des Papierwickels, mitdreht. — Damit an den Stirnflächen dieser Wickel oder Rollen keine vorstehenden Theile entstehen, welche leicht verletzt werden und später während des Druckens ein Abreißen des Papiers zur Folge haben und damit alle Falten, Doppelungen u. dergl. sorgfältig vermieden werden, ist neben einem höchst genauen Zuschneiden des Papiers auf bestimmte Breite, beim Rollen noch für eine sichere Aufleitung Sorge zu tragen.

Um alle diese Anforderungen genügend erfüllen zu können, baut man für diesen Zweck des Aufwickelns besondere Rollmaschinen (enrouleuse), welche die obigen Organe in passender Weise vereinigt enthalten und nur in der Anordnung derselben von einander abweichen und dadurch Konstruktionsunterschiede herbeiführen. Eine zweckmäßige und bewährte Rollmaschine aus der Maschinenbauanstalt Golzern bei Grimma ist in Fig. 133 dargestellt. Man erkennt bei *a* die der Papiermaschine entnommene Papierrolle, welche um die auf die quadratische Welle *c* geschobene Holzhülse *b* gerollt ist. Von dieser Rolle (welche durch den großen Kreis im vollen, durch den kleinen Kreis im abgewickelten Zustande gezeichnet ist) läuft das Papier zunächst zu der Streichwalze *l*, darauf zwischen zwei Linealen *m* und unter der Walze l_1 durch zu einem Schmiedeisenrohr *n*, das als Spindel dient. Die Drehung dieser Spindel erfolgt, der gleichbleibenden Geschwindigkeit wegen, durch die in Umdrehung versetzte Walze *o*, auf welcher das Rohr *n* ruht, um durch Reibung mitgenommen zu werden. Die

Pressung auf der Spindel bewirkt anfangs die Preßwalze p allein, später in Verbindung mit dem Gewichte der Rolle. Damit sich mit der Zunahme der letzteren sowohl n als p heben können, liegen ihre Lager in vertikalen Schlitzen vor dem Gestell G. Die beiden zum Ausstreichen der etwa entstandenen Falten dienenden Walzen l und l_1 bedürfen einer äußerst empfindlichen Einstellungsvorrichtung, um den Lauf des Papiers ordnungsmäßig zu gestalten, weshalb ihre Lager horizontal durch Schrauben s und vertikal durch Keile oder Schrauben verschoben werden können. Damit bei der Veränderung in der Lage der Papierbahn die Spannung der letzteren durch die Walze l, in Folge der Abnahme des umspannten Bogens, kleiner wird, muß die zweite Walze l_1 in solcher Lage ange-

Fig. 133.



bracht sein, daß sie diese Abnahme durch eine Vergrößerung des umspannten Bogens ausgleicht. Die Bildung ebener Stirnflächen vermitteln die zwei genau auf die Bahnbreite eingestellten Lineale m, wenn das Papier ihnen in richtigem Laufe zugeführt wird, was durch die Stellung des Wickels a zu den Linealen zu erreichen ist. Zu dem Zwecke liegt die Spindel c in einem Schlitten D, der auf dem Bette F vermittelst einer von dem Arbeiter zu handhabenden Schraube m so lange hin- und hergeschoben wird, bis das richtige Auflaufen stattfindet. Durch die unter der Schraube m sichtbare, an dem Stege r des Schlittens D befestigte Stange wird zugleich der auf der anderen Seite nothwendige Schlitten mit hin- und hergeschoben. — Die Triebwalze o erhält ihre Bewegung von Stufenscheiben durch Vermittelung einer Kegel-Reibungskuppelung in der Weise, daß die Umfangsgeschwindigkeit eine Größe von 0,5 bis 1,5 m erhalten kann. Damit bei dieser

Geschwindigkeit der Wickel *a* keine Beschleunigung erhält, ist die Spindel *c* mit einer Bremsscheibe *t* versehen, auf welche der hölzerne Bremsbacken *h* in Folge der Einwirkung des auf dem Hebel *i* verschiebbaren Gewichtes *k* preßt. — Außerdem wird von der Streichwalze *l* ein Meßapparat *v* in Thätigkeit gesetzt, welcher die aufgewickelte Papierlänge ablesen läßt und beim Abreißen des Papiers zum Stillstande kommt. Endlich bedarf es noch der Erwähnung, daß sich bei *q* eine Handvorgelegewinde befindet, welche mittelst Hakenketten bei gefüllter Rolle die Druckwalze *p* abhebt, wodurch zugleich das Ausnehmen der Papierrolle aus der Rollmaschine vorbereitet wird. — Bei dieser Maschine wird die rohrförmige Spindel so fest eingewickelt, daß sie nicht mehr entfernt werden kann, sondern mit zum Versandt gelangt; sie paßt zugleich zu der betreffenden Rotationsdruckmaschine und dient hier ebenfalls als Träger der Rolle.

Die ebenen Endflächen der Rollen verlangen vor Allem ein genaues Abschneiden der Papierbahn auf die Breite der Rollen, weshalb die Rollmaschinen vielfach Schneidvorrichtungen bekommen, die aus runden Schneidscheiben bestehen, welche auf einer besonderen Welle nach der zu schneidenden Breite verstellbar in Armen angebracht werden, deren Gewicht sie gehörig anpreßt, während sie durch Drehung mittelst Schnüre zum Schneiden gelangen. Zu diesen vollkommeneren Maschinen gehört die Rollmaschine von Bischoff (D. R.-P. Nr. 5070 u. 5071, Dingl. pol. Journ. **233**, 285). Da dieselbe zugleich mit einer Spindel versehen ist, welche nach dem Rollen fortgenommen werden kann, so eignet sie sich insbesondere zur gleichzeitigen Herstellung mehrerer Rollen neben einander auf einer Welle. Die Spindel (Fig. 134) wird nämlich aus drei keilförmigen Schmiedeisentheilen 1, 2, 3 zusammengesetzt, die mit Schwalbenschwänzen über einander geschoben, dann zylindrisch abgedreht und durch an den Enden aufgeschraubte Muttern in ihrer Lage gehalten werden. Nachdem die Rolle gewickelt ist, zieht man nach Lösung der Muttern das Mittelstück 2, die bei *i* sichtbare in eine Nuth gelegte, zum Festhalten des Papiers dienende Feder und endlich die zwei Theile 1 und 3 heraus. — Eine für verschiedene Spindeln verwendbare Hülse stammt aus den vereinigten Werkstätten von Bruderhaus in Reutlingen (D. R.-P. Nr. 18714). — Einfache Handrollapparate siehe unter Tapeten.

Fig. 134.

VII. Feuchtapparate.

Die Temperatur, welche die letzte Trommel zum Trocknen des Papiers in der Regel besitzt, genügt in vielen Fällen, namentlich bei den Papieren von gewöhnlicher Stärke, auch das hygroskopische Wasser zur Verdunstung zu bringen, so daß das Papier fast vollständig von Wasser befreit wird. Durch diesen Vorgang scheint sich eine Art Absonderung des Leimes von den Fasern zu vollziehen, die sich in einer mangelhaften Leimung des gerollten Papiers kundgiebt und wahrscheinlich in einem Zusammenschrumpfen des Harzes als auch der Fasern

ihre Ursache hat. Es lehrt wenigstens die Erfahrung, daß das geleimte Papier, wenn es nach dem Trocknen und vor dem Rollen in sehr geringem Grade wieder gefeuchtet wird, die eben genannte Unvollkommenheit der Leimung verliert und eine größere Leimfestigkeit gewinnt, vermuthlich in Folge einer Anschwellung, die durch die Feuchtigkeit eintritt und nicht wieder verschwindet, so lange das hygroskopische Wasser im Papier zurückbleibt. Zugleich wird wohl auch den Papierelementen hierbei Gelegenheit geboten, aus der durch das scharfe Austrocknen ihnen aufgezwungenen gespannten Lage heraus in eine gewissermaßen natürliche Lage zurückzukehren, wozu insbesondere eine langsame Verdunstung des zugeführten Wassers bis auf den hygroskopischen Rest mitwirkt. Da ein solches Vorfeuchten oder Matrisiren (matrissage, *moistening*) selbst in der Leimung gut ausgefallenes Papier noch verbessert und außerdem einen sehr günstigen Einfluß bei der Appretur zeigt, so gelten nunmehr die zum Feuchten angewendeten Apparate für fast unentbehrliche Mittel zur Verbesserung der geleimten Papiere.

Von Wichtigkeit beim Feuchten ist die Menge des Wassers, welche dem Papier zugefügt werden muß, weil zu wenig Wasser ebenso wohl den Zweck verfehlen würde als zu viel. Da nun einerseits etwa 3 Proz. hygroskopisches Wasser im Papier bleiben, andererseits aber auch etwas Wasser wieder verdunsten soll, so müssen dem Papier stets mehr als 3 Proz. zugeführt werden, aber auch weniger als erforderlich, das Papier wieder schlaff werden zu lassen. Die Angabe von Löffler (D. Papier-Ztg. 1884, S. 112), daß sich Papier am besten satiniren läßt, wenn es etwa 6 Proz. Feuchtigkeit enthält, ist daher unzweifelhaft auch für das Feuchten zweckmäßig, wenn das Papier nicht nachträglich besonders geglättet werden soll.

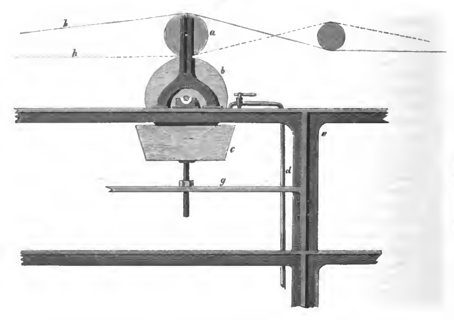
Die Feuchtapparate (humecteur, *moistening apparatus*) sind demnach derart einzurichten, daß sie auf das Sorgfältigste so geregelt werden können, daß je nach Dicke und sonstiger Beschaffenheit des Papiers diesem mehr oder weniger Wasser zugeht, wobei es ausreicht, die Befeuchtung an einer Papierseite vorzunehmen, indem eine gleichmäßige Durchtränkung in Folge des Aufrollens oder des Aufschichtens genügend gesichert ist.

Da das Anfeuchten entweder durch Wasserdampf erreicht werden kann, der sich auf dem Papier kondensirt, oder durch Wasser, welches in feinem Regen aufgespritzt wird, oder durch Berührung des Papiers mit nassen Körpern, so sind auch drei auf diese Anfeuchtungsarten begründete Maschinen oder Apparate entstanden. — Bei der ersten Art besteht der ganze Apparat (Dampffeuchter) gemeiniglich aus einem horizontalen Rohre mit sehr feinen Oeffnungen, aus welchen Dampf direkt gegen das Papier strömt, welches über das Rohr hinwegzieht und zwar um einen durch Kühlwasser gehörig kalt gehaltenen Zylinder, der sofort den Dampf an dem Papier verdichtet. Häufig ist dies System nicht zur Verwendung gelangt, besonders wohl aus dem Grunde nicht, weil sich die Niederschlagsmenge des Dampfes schwierig reguliren und Qualm mit bedeutendem Dampfverluste sich kaum vermeiden läßt.

Die zum Anfeuchten durch Aufspritzen bestimmten Vorrichtungen (Spritzfeuchter) können auf drei verschiedene Arten wirken, indem das Wasser ent-

weder durch feine Löcher eines quer unter der Papierbahn liegenden Rohres gegen das Papier ausströmt, oder indem es durch einen Zerstäuber nach Art der in der Baumwollstoffappretur gebräuchlichen Einsprengmaschine (Berliner Verhandlungen 1866, S. 183; Dingl. pol. Journ. 252, 404) oder endlich durch eine in Wasser sich drehende Walzenbürste fein vertheilt gegen das Papier geschleudert wird. In der Praxis hat sich von den drei Systemen das letztere hauptsächlich eingebürgert, weil es sich nicht nur durch Einfachheit, sondern auch durch die Leichtigkeit der Regulirung auszeichnet. Der zuerst von Jagenberg benutzte, dann von Löffler bekannt gemachte Bürstenapparat, der sich bequem an jeder Papiermaschine anbringen läßt, besteht dem Wesen nach aus einer sich

Fig. 135.



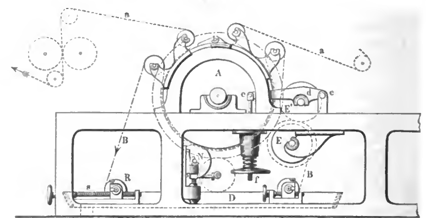
drehenden Walzenbürste, welche aus der darunter liegenden Rinne Wasser aufnimmt und durch die Zentrifugalkraft auf das sich aufrollende Papier in feinem Sprühregen auffspritzt. Zur Regulirung der Wassermengen dient außer einer durch Stufen- oder Kegelantriebsscheiben veränderlichen Drehgeschwindigkeit der Bürste, eine Schiene, welche zu dem Zwecke von der Bürste weg oder an dieselbe herangestellt werden kann. — In ebenfalls höchst zuverlässiger und leicht regulirbarer Weise kann das Papier gefeuchtet werden, wenn man dasselbe mit nassen Körpern in Berührung bringt (daher die Benennung Berührungsfeuchter zweckmäßig erscheint). Bei dem Papier ohne Ende geschieht dies am einfachsten dadurch, daß man dasselbe eine gewisse Strecke mit dem nassen Körper zusammen laufen läßt, zu welchem Zwecke letzterer entweder eine drehende Walze oder eine

wie ein Tuch ohne Ende sich fortbewegende Fläche ist, die in passender Weise mit Wasser versehen wird. — Die ersten Anordnungen dieser Art bestanden in Walzen aus Kupfer oder Messing, die bei ihrer Drehung in einem Wassertroge durch Adhäsion Wasser aufnahmen und an das sich anpressende Papier übertrugen. Darauf konstruirte Nötzli in Golzern einen solchen Feuchter aus einer hohlen mit Wasser gekühlten Kupferwalze, gegen die aus einer größeren Anzahl Löcher ausströmender Wasserdampf geleitet wurde, der sich auf der Oberfläche der kalten Walze zu einer dünnen Wasserschicht verdichtet, die sich dem Papier mittheilt. — Weil kaum zu erwarten steht, daß mit diesen einfachen Walzen ein gleichmäßiges Feuchten erfolgt, so hat man sie wohl ganz aufgegeben und durch solche ersetzt, deren Oberflächen mit Filz versehen sind, der mit Wasser getränkt wird und davon in leicht zu regulirender Menge an das Papier abgiebt, und zwar entweder direkt oder indirekt, je nach der Papierdicke. Einen solchen einfachen Berührungsfeuchter erkennt man in der Fig. 135. Auf dem Gestell e ruht in Lagern die mit Filz überzogene Walze b, welche durch eine Riemenscheibe in Umdrehung versetzt aus dem Troge c Wasser nimmt und an die Kupferwalze a abgiebt, über welche die mit h bezeichnete Papierbahn hinweggeführt wird, wenn dünnes Papier zum Matrisiren vorliegt. Soll dahingegen dickes Papier gefeuchtet werden, so führt man die punktirt gezeichnete Bahn zwischen Filzwalze b und Feuchtwalze a durch und läßt diese als Druckwalze wirken. Zur Regulirung der aufgesogenen Wassermenge ist der Trog c auf Schrauben gestützt und dadurch höher und niedriger zu stellen, wodurch auch die Filzwalze mehr oder weniger tief zum Eintauchen gebracht wird. Da die Wasserzuströmung durch das Rohr d vermittelst eines einfachen Hahnes und damit auch das Niveau in dem Kasten c leicht zu reguliren ist, so läßt man gewöhnlich die Stützschrauben g fort und hängt den Trog direkt an dem Gestell e auf.

In Folge der ansehnlichen Geschwindigkeit, mit welcher die Papierbahn und die Oberfläche der Feuchtwalze sich bewegen, entsteht bei Anwendung dieses Walzensystems leicht ein recht unregelmäßiges Feuchten, namentlich wenn die Walze tief eintaucht, und weil die Zeit der Berührung zwischen Papier und Walze zu kurz ist. Es muß demnach als eine werthvolle Vervollkommnung die Konstruktion gelten, welche in ähnlicher Weise wie bei den Trockentrommeln eine viel längere Einwirkung dadurch gestattet, daß das Papier die Walze in einem weit größeren Bogen umspannt. Weil aber hierbei das Eintauchen des umspannten Zylinders in einen Wasserbehälter nicht mehr ausführbar ist, so vertauscht man den Filzüberzug der Walze mit einem Filz ohne Ende, welcher, entsprechend naß gehalten, mit dem Papiere die Trommel in großem Bogen umgiebt und sich mit derselben bewegt. Ein solcher Berührungsfeuchter aus der Fabrik von Escher-Wyß in Ravensburg ist in Fig. 136 (a. f. S.) dargestellt. Der Hauptsache nach besteht derselbe aus einer etwa 0,6 m im Durchmesser haltenden, mit Kupfer überzogenen Trommel A und dem Filz B, der von Walzen geführt, mehr als die Hälfte der Trommel umspannt und die von der letzten Trockenwalze ablaufende Papierbahn a an die Trommel A gleichmäßig anpreßt und feuchtet. Das hierzu erforderliche Wasser nimmt der Filz aus dem Wassertrog D, den er durchzieht. Zur Regulirung des Feuchtens dient in erster Linie die Walzenpresse EE^1, welche der

Filz passirt und deren Oberwalze E^1 man so stark auf die Unterwalze preßt, daß alles überflüssige Wasser aus dem Filze entfernt wird. Zu dem Zwecke liegt auf jedem Zapfen derselben ein Hebel *edc* mit der Zugstange *ef*, die durch eine auf die Scheibe *f* wirkende starke Schraubenfeder abwärts gezogen wird und dadurch die Anspannung der Feder auf die Walzenzapfen überträgt. Da nun die Scheibe *f* zugleich eine Schraubenmutter enthält und die Zugstange *e'f* ein Schraubengewinde, so besitzt man in der Scheibe *f* ein sehr wirksames und leicht zu handhabendes Mittel, die Pressung auf den Filz und somit den Wassergehalt des letzteren auf das Genaueste zu regeln. Ein zweites Mittel für die regelmäßige Vertheilung ist in der ebenfalls durch Schrauben mehr oder weniger stark anzupressenden Walze *N* gegeben, welche den Filz an das Papier andrückt. Zur Beibehaltung eines sicheren Laufes und einer entsprechenden Spannung des Filzes sind die zwei in dem Wassertrog *D* liegenden Walzen an sämmtlichen Zapfen-

Fig. 136.



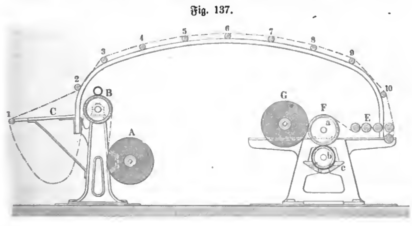
lagern durch Schrauben verstellbar; insbesondere dient die Walze *R* mit zwei Schrauben *s* zum Spannen des Filzes. — Die Trommel *A* wird zum Reinhalten mit einem oben liegenden Schaber und zum Abkühlen des Papiers mit Wasserdurchlauf versehen. — Nach demselben Prinzipe baut die Fabrik der Gebr. Hemmer in Neidenfels Feuchtapparate von vorzüglicher Wirkung nur mit der bemerkenswerthen Vereinfachung, daß zum Nässen des Filzes statt des Troges *D* ein Spritzrohr angebracht wird.

Wenn zwar das Papier durch das Feuchten sich verlängert und durch das Kühlen sich verkürzt, so treten doch leicht Längendifferenzen ein, welche eine mitunter bis zum Zerreißen gehende Spannung oder ein Faltenwerfen zur Folge haben. Zur Ausgleichung dieser Differenzen ist die Anbringung sog. Schwebewalzen sehr rathsam.

In solchen Fällen, in welchen Papier besonders gerollt und zugleich gefeuchtet werden soll, erscheint es höchst zweckmäßig, die Rollmaschine mit der

Feuchtmaschine zu verbinden und mit Apparaten auszustatten, welche ein sorgfältiges, d. h. faltenloses Rollen gewährleisten. Da dies der Fall ist bei der kombinirten Feucht- und Rollmaschine der vereinigten Werkstätten zum Bruderhaus in Reutlingen, so ist diese Maschine in Fig. 137 schematisch vor Augen geführt. Man erkennt in *A* die zum Abwickeln bestimmte Papierrolle, von welcher das Papier durch das Walzenpaar *B* abgezogen wird, um dann über den Tisch *C* und die 10 Rollen 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 an den Bogenträgern nach dem Spann- und Geradeziehapparate *E* und so weiter zu dem Feuchtapparate *F* zu gelangen. Der erstere besteht aus einer Anzahl (fünf) Walzen, welche einzeln für sich leicht verstellbar gelagert sind, so daß jeder Spannungsfehler sofort ausgeglichen werden kann. Zum Feuchten dient die obere Walze *a*, welche auf der Oberfläche durch die in den Trog *c* eintauchende, mit Filz überzogene Walze *b* mehr oder weniger naß gemacht wird, je nachdem man diese

Fig. 137.



Walze vermittelst eines veränderlichen Gewichtes stärker oder schwächer anpreßt. Das Aufrollen auf die Rolle *G* erfolgt durch Drehung der letzteren und zwar in Folge des Andruckes an die Feuchtrolle *F* vermittelst Gewichte, welche auf die horizontal verschiebbaren Lager der Walze *G* einwirken. Der bei *C* angebrachte Tisch dient als Unterlage beim Zusammenkleben der Papierbahnen.

VIII. Glättwerke.

Beim Durchlaufen des Papiers durch die Trockenpartie der Papiermaschine werden in Folge der Verdampfung die feinen Fasernenden auf der Papierfläche auch bei geleimtem Papier, weil die Wärme den Leim noch weich hält, in die Höhe gerichtet und dadurch um so mehr die Ursache einer rauhen Beschaffenheit als auch die Haare des Filzes dieses Emporheben begünstigen. Zur Erlangung glatter Oberflächen ist daher ein gewaltsames Niederdrücken

dieser Fäserchen erforderlich und deshalb auf Anordnungen Bedacht zu nehmen, welche eine darauf hinzielende Arbeit in kontinuirlicher Weise ausführen und demnach nur in Walzenpressen bestehen können.

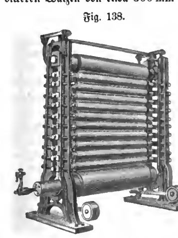
In feuchtem Zustande sind die Papierfasern schlaff, biegsam und geschmeidig, also in hohem Grade geeignet, unter entsprechendem Drucke sich an den Papierkörper anzulegen und auch bei der Entfernung der Feuchtigkeit liegen zu bleiben, wenn letztere nur in geringem Maße noch vorhanden, also zu verdampfen ist, zumal auch durch den Wasserverlust der Leim konsistenter wird und die Fasern mehr festhält. Daher erklärt sich die günstige Wirkung einer Presse, welche vor der letzten Trockentrommel oder vor der letzten Trockenabtheilung (drei Trockentrommeln) in die Papiermaschine als sog. Feuchtglättwerk (Feuchtsatinirapparat, presse à satiner, *calender*) eingeschaltet wird und nur aus einem Walzenpaare besteht, welches das Papier passirt, um eine Glätte anzunehmen, die unter der Einwirkung der letzten Trockentrommel nicht mehr verschwindet.

Bedingung einer solchen günstigen Wirkung ist vor Allem die Anwendung einer vollkommen glatten zylindrischen Oberfläche und ein äußerst genaues Zusammenpassen der Walzen, damit der Zwischenraum zwischen denselben überall gleich und der Papierdicke angemessen ist. Die Walzenkörper werden daher, auch der geringen Abnutzung wegen, am zweckmäßigsten aus Hartguß hergestellt, auf das Sauberste abgedreht und polirt und mit ihren Zapfen so in Gerüsten gelagert, daß sie sich mit Hebelgewichten oder Federn belasten und auf das Genaueste einstellen lassen. Um eine schädliche Abkühlung des Papiers beim Durchgang durch diese Presse zu verhüten, ist die Erwärmung mindestens einer Walze anzuordnen, indem diese in die Dampfleitung der Trockentrommeln eingeschaltet wird.

Für eine Menge Gebrauchszwecke genügt jedoch die in der beschriebenen Einrichtung hervorgebrachte Wirkung noch nicht, da zu einer vollkommeneren Glätte ein länger andauerndes Pressen in trockenen Zustande unumgänglich nothwendig ist, für das jenes Feuchtpressen nur als eine äußerst zweckmäßige und nützliche Vorbereitung sehr werthvoll wird. Daher befindet sich in Verbindung mit der Papiermaschine gewöhnlich noch eine zweite Walzenpresse hinter der letzten Trockenwalze, die zwar auf denselben Konstruktionsgründen beruht, aber, ihrem Zwecke eines länger dauernden und allmählich gesteigerten Druckes gemäß, aus einer größeren Anzahl Walzen besteht. Mindestens und für die meisten Fälle vollkommen ausreichend sind drei Walzen vorhanden, welche, mit entsprechendem Drucke und polirten Oberflächen ausgestattet, trotz des schnellen Durchlaufens das Papier glätten. Da das letztere um so mehr und regelmäßiger geglättet wird, je öfter dasselbe unter gleichzeitig zunehmendem Drucke zwischen den Walzen durchgeht, so müssen Satinirwerke mit einer größeren Zahl (4 bis 12) Walzen am wirksamsten sein, weil sie neben der wiederholten Pressung auf die einfachste Weise eine Druckzunahme gestatten, indem man nur nöthig hat, die Papierbahn von oben nach unten absteigend durch die vertikal über einander liegenden Walzen zu führen, weil dadurch bei jedem Durchgange der Druck um das Gewicht einer Walze vermehrt wird. Andererseits ist man aber gezwungen,

den Walzen dieser Presse geringe Durchmesser zu geben, weil das Satinirwerk bei größeren Durchmessern eine höchst unbequeme Höhe erreichen würde. Nur zur Vermeidung der Durchbiegung solcher dünnen Walzen sind die oberste und unterste stärker, zugleich auch zu dem Zwecke der Erwärmung hohl und mit Dampfzuleitung versehen. Ein Glättwerk mit 12 Walzen und Hebelbelastung läßt nebenstehende Fig. 138 erkennen. — Die Schwierigkeit jedoch, welche eine große Anzahl Walzen hinsichtlich des genauen Zusammenpassens und der Bedienung darbietet, sowie die Thatsache, daß die dünnen Walzen das Papier nur an sehr schmalen Streifen pressen und daher leicht zerdrücken können, während eine kleinere Zahl Walzen von großem Durchmesser sich viel leichter rund herstellen, lagern und bedienen läßt, sowie das Papier an bedeutend breiteren Streifen zwischen sich nimmt, sprechen so zu Gunsten der Satinirwerke mit drei oder vier dickeren Walzen von etwa 300 mm Durchmesser, daß diese die Regel bilden und daß man erforderlichenfalls sich eher entschließt, zwei dreiwalzige Pressen hinter einander aufzustellen, als eine einzige sechswalzige. — Uebung fordert auch hier die Durchführung der Papierbahn durch die Walzen, wenn diese Arbeit aus freier Hand vorgenommen werden muß; zweckmäßig ist daher stets die Anbringung eines Führungsschirmes. Derselbe besteht aus einem Stahlbleche, welches, konzentrisch zu der Walze gebogen, hinter derselben an Stangen so balanzirend aufgehängt ist, daß seine obere Kante als Schaber an der oberen Walze wirkt, das Papier von dieser Walze abstreift und veranlaßt, längs seiner inneren Hohlfläche, also um die Walze herum abwärts, zwischen die Walzen zu treten, um dann abermals von einem gleichen Schirme weiter geleitet zu werden.

Fig. 138.



Die Bedienung eines Kalanders wird wesentlich erleichtert, wenn dieselbe nicht von der Papiermaschine abhängig ist, wenn es sich also um das Glätten von Papierrollen oder Bogen handelt als Nacharbeit, welche mit dem fertigen der Maschine entnommenen Papier ausgeführt wird. In diesem Falle fällt das in der Bedienung liegende Bedenken gegen die Anwendung einer größeren Zahl dicker Walzen zum Theil weg, weshalb denn auch für diesen Zweck Kalander von Stockwerkshöhe mit 8 bis 12 Walzen von je 300 mm Durchmesser vielfach in Gebrauch gekommen sind, seitdem man in Folge wesentlicher Verbesserungen an den zur Herstellung der Walzen ꝛc. erforderlichen Werkzeugmaschinen, insbesondere auch an den Lagerungen der Walzen eine große Zahl der letzteren auf das Genaueste zum Zusammenarbeiten bringen kann. Das allgemeine Konstruktionsprinzip ist nicht abweichend von dem S. 293 erörterten, indem Papierwalzen mit Hartgußwalzen abwechseln. Als Beispiel einer Zusammenstellung, welche in

ihren Erfolgen sehr gerühmt wird, kann der Kalander mit 10 Walzen gelten welcher von den vereinigten Werkstätten zum Bruderhaus in Reutlingen konstruirt ist. Von den 10 Walzen dieses Kalanders sind acht Stück, und zwar vier Hartguß- und vier Papierwalzen, mit Hebelbelastung ausgestattet, während die zwei oberen Hartgußwalzen festliegen, da sie als sogenannte Vorsatinirwalzen den Zweck haben, etwaige Falten, Sandkörner, Knoten &c. im Papier zu zerdrücken, um dadurch die eigentlichen Satinirwalzen zu schonen. Der Antrieb erfolgt von der untersten Walze aus, welche die anderen durch Reibung mitnimmt. Die Länge der Walzen ist so bemessen, daß stets zwei auf ein seitwärts sitzendes Gestell gelegte Rollen gleichzeitig satinirt werden können. Die Papierbahnen werden zunächst an einer Seite des Kalanders bis zum obersten Vorsatinirwalzenpaar hinauf, dann durch die acht Walzen so abwärts geführt, daß sie auf der anderen Seite sich wieder zu Rollen aufwickeln. Zur Einführung des Papiers ist eine geringere Geschwindigkeit geboten, als zum Satiniren, weshalb der sehr sinnreich konstruirte Walzenantrieb auf zwei Geschwindigkeiten, eine kleine auf 5 bis 10 m und eine große von 50 bis 100 m in der Minute, eingerichtet ist (Dingl. pol. Journ. 239, 272); außerdem läßt sich sehr schnell ein Stillstand der ganzen Maschine und die Aufhebung des Hebeldruckes herbeiführen. — In erster Linie zum Satiniren von Rollen bestimmt, kann der Kalander leicht mit jenen S. 295 beschriebenen Theilen versehen werden, welche das Satiniren in Bogen bedingt.

Da die typisch gewordenen Kalander mit den vertikal über einander angeordneten Walzen eine für die Bedienung sehr unbequeme Bauhöhe besitzen, so hat man durch eine andere Gruppirung der Walzen diese Höhe zu vermindern versucht. Von diesen verdient jene Gruppirung Beachtung, welche Schürmann in Düsseldorf (D. R.-P. Nr. 6584) vorschlägt, und die darin besteht, daß um eine größere Hartgußwalze (Zentralwalze) vier Papierwalzen in gleichen Abständen angeordnet und gegen dieselbe gepreßt werden. Das Papier passirt nun, indem es mit der Zentralwalze herumläuft, vier Druckstellen und erhält eine einseitige Glätte. — Nach den Angaben von Schürmann (Pap.-Ztg. 1880, S. 986) biegt sich eine Hartgußwalze von 310 mm Durchmesser und 1 m Arbeitsbreite bei einer Zapfenbelastung von 20 000 kg in der Mitte um 0,063 mm mehr durch als an den Enden, während eine Papierwalze von gleicher Arbeitsbreite bei 18 000 kg Zapfenbelastung nach fünfmonatlichem Betriebe an den Enden nur um 0,06 mm einläuft. Danach brauchen sich die Papierwalzen nur 0,03 mm, d. h. halb so viel als die Hartgußwalzen durchzubiegen, wodurch Schürmann veranlaßt wurde mit gutem Erfolge mehr Papierwalzen zu verwenden, z. B. bei seinem 8-Walzenkalander nach beistehendem Schema, in dem P die Papier- und H die Hartgußwalzen bedeuten, und zugleich die zentrale Gruppirung sichtbar ist.

Von der vollkommen richtigen Ansicht geleitet, daß die Durchbiegung der Kalanderwalzen nicht eintritt, wenn die letzteren statt an den beiden Enden in der Mitte ihre Unterstützung erhalten, hat Schürmann (D. R.-P. Nr. 14574)

auch seine sogenannten Antideflektionswalzen konstruirt durch Verbindung einer hohlen Achse mit einer massiven, wobei zwei Bewegungsverschiedenheiten auftreten können, indem entweder die hohle Achse sich um die massive oder mit derselben dreht. In jedem Falle trägt die massive Achse die hohle dadurch in der Mitte, daß sie durch die letztere hindurchgesteckt wird, sich nur mit einem in der Mitte vorhandenen kurzen Zylinder (Achsenkopf) an die innere Fläche der hohlen Achse anlegt, und mit den, die Endzapfen tragenden verjüngt auslaufenden Schenkeln in derselben freiliegt. Die Durchbiegung trifft daher nur die innere massive Achse, während die hohle Achse oder Walze eine Durchbiegung nicht erleidet.

Carrer in Düsseldorf (D. R.-P. Nr. 8608) legt acht Walzen in der Reihenfolge wie bei einem gewöhnlichen Kalander in halbkreisförmige Gestelle.

Bei dem Durchgange des Papiers durch den Kalander entsteht auf demselben die Glätte ausschließlich durch den allmählich mit den Druckstellen gesteigerten Druck gegen die Papierflächen, also in Folge einer gewaltsamen Pressung; dadurch ist jedoch kein Vorgang geschaffen, der einen Glanz erzeugt, weil dieser nur durch ein Streichen des Papiers hervorzurufen ist, welches die vortretenden Härchen und kleinen Unebenheiten durch ein Anschmiegen an den Papierkörper platt legt und in eine Richtung bringt, also das Papier gewissermaßen plättet.

Zur Hervorrufung eines höheren Glanzes muß man daher der Pressung noch ein solches Reiben oder Plätten hinzufügen und zwar selbstverständlich mit einem sehr glatten und harten Körper, während das Papier von einem etwas elastischen Körper unterstützt wird. In einfachster Weise verbindet man mit dem Druck zugleich ein Reiben, wenn man das Papier ein Walzenpaar passiren läßt, das in genügender Weise gegen einander gepreßt wird und wovon eine der Walzen hochpolirt und mit einer größeren Geschwindigkeit ausgestattet ist, als die andere, welche der nothwendigen Elastizität wegen aus Papier (S. 293) besteht. Da die Glanzertheilung durch eine hierbei auftretende gleitende Reibung erfolgt, so nennt man diesen Kalander Glanz-, Reibungs- oder Friktionskalander (glaceuse, *glazing calender*), insbesondere die hochpolirte, glanzgebende Hartgußwalze, die Glättwalze (Dingl. pol. Journ. 239, 276).

Das Reiben oder Plätten ist hier die Folge der Differenz zwischen den Oberflächengeschwindigkeiten der Glättwalze und der Papierwalze, so daß offenbar die glanzerzeugende Wirkung um so größer werden muß, je größer diese Differenz und je größer die Pressung zwischen den Walzen gemacht wird. Andererseits findet aber auf den beiden Papierseiten eine verschiedene Wirkung statt, indem die auf der Papierwalze liegende den größeren Reibungswiderstand, die der Glättwalze zugekehrte dahingegen in Folge der hier vorhandenen größeren Geschwindigkeit einen Zug erfährt, der mit dem Widerstande auf der Papierwalze zusammen das Papier spannt. Damit diese Spannung die Festigkeitsgrenzen des Papiers nicht erreicht, letzteres also nicht zerreißt, muß zwischen Pressung und Voreilen der Glättwalze ein bestimmtes der Papierbeschaffenheit (Festigkeit, Dicke ꝛc.) angepaßtes Verhältniß bestehen. So sinkt nach Angaben von Jagenberg die zulässige Pressung bei starkem Voreilen (um etwa 50 Proz.) bis unter das Selbstgewicht der Hartgußwalze, während manche Papiere bei 2 bis 9 Proz. Voreilung einer 1 m arbeitsbreiten Glättwalze recht wohl eine Pressung von

5000 bis 10 000 kg ertragen, andere bei 10 bis 20 Proz. Voreilung nur mit 1000 bis 3000 kg belastet werden dürfen und daß die Pressung bei 20 bis 30 Proz. Voreilung auf 300 bis 1000 kg abwärts geht. — Um nun diesem Umstande Rechnung zu tragen, sind die Glanzkalander mindestens mit Einrichtungen auszustatten, welche einen großen Wechsel in der Pressung ermöglichen und aus diesem Grunde Hebelgewichtsbelastungen allgemein gebräuchlich und am zweckmäßigsten, weil die Pressung sowohl durch Veränderung der Gewichtsgrößen als der Hebellängen dem Papier angepaßt werden kann. Bei sehr sorgfältiger Wartung sind natürlich auch Schrauben, namentlich in Verbindung mit Federn, zulässig.

Eine weitere Bedingung für die gleichmäßige Wirkung des Glanzkalanders liegt in der Regelmäßigkeit der Bewegung, die natürlich jeder Walze besonders ertheilt werden muß und zwar mit Umgehung von Zahnrädern, welche, namentlich nach kurzem Gebrauche, in Folge der kleinen, bei Eingriff stattfindenden Erschütterungen Glanzstreifen hervorbringen. Um zugleich in solchem Falle, wo die Spannung im Papier einen unerwünscht hohen Grad annimmt, das Abreißen möglichst zu verhüten, soll der Antrieb so getroffen werden, daß die Papierbahn auf der Papierwalze bei einer bestimmten Spannung zu gleiten beginnt, was dadurch erreicht wird, daß die Papierwalze nicht direkt, sondern von einer Reibungswalze die Umdrehung erhält. Demnach finden sich an den Glanzkalandern besserer Konstruktion drei Walzen: die obere Hartgußwalze mit besonderem Riemenantrieb, die Mittelwalze aus Papier (oder nach Flinsch aus Baumwolle gepreßt) und die untere Walze aus Eisen mit Riemenantrieb, welche die Papierwalze durch Reibung mitnimmt.

Aus denselben Gründen, welche oben erwähnt sind, wird die Arbeit des Glanzerzeugens auch hier durch Anwendung von Wärme unterstützt und daher die Glanzwalze zum Heißmachen entweder einer Dampfleitung angeschlossen oder — aber wohl sehr vereinzelt, da, wo eine Dampfleitung nicht vorhanden ist — durch Einlegen glühender Zylinder erwärmt.

IX. Schneidapparate.

Während das von der Hand geschöpfte Papier in bestimmten Größen (Formaten) gewonnen wird, die den jedesmaligen Gebrauchszwecken angepaßt sind und zugleich die Größe der Schöpfformen bedingen, entsteht das Papier auf der Maschine in breiten Bahnen von fast beliebiger Länge und muß daher für spätere Gebrauchszwecke in einzelne Theile zerlegt werden, weil nur in einzelnen Fällen die Papierbahn in ihrer ganzen Breite und in Rollen von bedeutender Länge als Pack-, Zeichen-, Zeitungsdruck- 2c. Papier zur direkten Verwendung gelangt.

Die Zertheilung des endlosen Papiers erfolgt nun, abgesehen von dem S. 361 erwähnten Verfahren des Zerschneidens auf dem Haspel, entweder allein in der Längenrichtung zur Bildung schmaler Rollen, z. B. für die Buntpapier-

und Tapetenfabrikation, den Zeitungsdruck &c., oder sie findet in zwei Richtungen (in Länge und Quere) statt zur Herstellung der kleineren Papierblätter (Bogen) und zwar durch Zerschneiden (couper, *cut*) mittelst Schneidapparate, die demnach in Längs- und Querschneidapparate (coupeuse en long, coupeuse en traverse; *long and cross cutting machine*) zerfallen und sich wesentlich in ihren Einrichtungen dadurch unterscheiden, daß die ersteren ununterbrochen, die letzteren absatzweise in Wirkung treten.

A. Längsschneider.

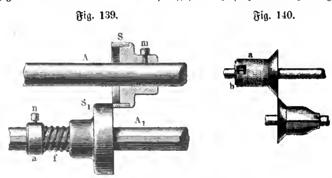
Zum Zerschneiden des Papiers in der Längenrichtung werden ausschließlich schneidende Werkzeuge gebraucht, welche den bekannten Kreisscheeren der Metallarbeiter entlehnt sind und aus runden, an der Peripherie mit Schneiden versehenen Scheiben bestehen, die dadurch zur Wirkung kommen, daß sie vermittelst einer Achse in schnelle Drehung versetzt werden, während das Papier an der Schneide und zwar in einer Sehne des Scheibenkreises vorbei geführt wird. Dabei unterscheidet man zwei Systeme, je nachdem die Schneidscheiben einzeln oder paarweise zur Anwendung kommen.

Bei dem Systeme mit einer Schneidscheibe kann letztere nur dadurch zur Wirkung gelangen, daß sie mit einem bestimmten Drucke gegen das Papier tritt und die Schneide durch dasselbe durchpreßt. Um diese Arbeit zu erleichtern, ist neben einer Unterlage für das Papier, in welcher die durch das letztere hindurchtretende Schneidkante Raum findet, vor Allem eine sehr dünne scharfe Schneide nothwendig, weshalb ihre Zuschärfung einen Winkel von etwa 10° verlangt. Man verwendet sie hauptsächlich zum Zerschneiden der Bahnen beim Rollen (S. 364), wobei sie sich an horizontalen, drehbaren Armen befinden, deren Gewicht zur Hervorbringung des erforderlichen Druckes ausreicht. Durch Rollen und Schnüre in Rotation versetzt, zerschneiden sie das Papier in der Weise, daß letzteres zugleich unmittelbar unter den Schneidscheiben sich aufrollt, wodurch die Schneiden in den hinterlassenen Schnitt eintreten und das Papier in den Rollen selbst seine Unterlage findet. — Wenn zwar einerseits dieses System sich durch große Einfachheit und durch einen sehr sauberen Schnitt auszeichnet, so leidet es andererseits an dem Uebelstande, daß die nothwendigen scharfen Schneiden leicht abstumpfen und oft angeschliffen werden müssen. Nur ein ununterbrochenes Nachschleifen dadurch, daß man während der Drehung der Schneidscheiben einen feinen Schleifstein mit sehr geringem Drucke gegen eine der die Schneide bildenden Seiten wirken läßt, beseitigt den genannten Nachtheil vollkommen. Nur ist hierbei einer Verlegung der Schneidlinie dadurch vorzubeugen, daß die Schneide durch eine einseitige Zuschärfung gebildet wird.

Das System, bei welchem die Kreismesser paarweise zusammen arbeiten, beruht auf dem Prinzip des Abscheerens, indem das Papier dadurch getrennt wird, daß eine der Scheiben dasselbe nach oben, die andere aber nach unten schiebt, weshalb die Abtrennung in der Ebene der zugekehrten Messerflächen vor sich geht. Indem es sich nun um ein gegenseitiges Verschieben der Papiertheile

handelt, dürfen die Kreisscheiben keine scharfe Schneide, sondern nur eine scharfe Kante von etwa 86° Neigung besitzen. Ferner ist zu einem sauberen Abscheeren erforderlich, daß die Scheiben etwas über einander greifen und sich an dieser Stelle auf das Innigste an einander legen, weil der geringste Abstand statt des Abscheerens ein Quetschen des Papiers und damit eine sehr unvollkommene Abtrennung hervorbringt. Um beides zu erreichen, ist es vortheilhaft, wie Fig. 139 zeigt, die Scheiben $S S_1$ an den Berührungsflächen tellerförmig vertieft herzustellen und sie dann durch Federn gegen einander zu pressen. Zu dem Zwecke hat sich die Anordnung Fig. 139 allgemein Eingang verschafft. Die zwei Schneidscheiben S und S_1 befinden sich auf den beiden Achsen A und A_1 und zwar sitzt S auf A vermittelst der Klemmschraube m fest, während S_1 auf der Achse A_1 nur durch eine Nuth und Feder an der Drehung, aber nicht an der Längenverschiebung verhindert wird. Hinter S_1 sitzt nun die Schraubenfeder f, welche sich gegen den Bund a und die Schneidscheibe S_1 stützt und letztere gegen S

Fig. 139. Fig. 140.



drückt, weil der Bund a durch die Klemmschraube n auf der Achse A_1 festgestellt wird. Man sieht zugleich, daß sich das Schneidmesserpaar nach Lösung der Klemmschrauben beliebig auf den Achsen verschieben und mit einem Nachbarpaare in jeden durch die Breite des abzuschneidenden Papiers bedingten Abstand bringen läßt und daß man den Andruck der Scheiben gegen einander durch den Bund a regeln kann, indem man die Feder mehr oder weniger spannt, je nach der Stellung des Bundes. Ein Uebelstand der erklärten Konstruktion liegt in den vorstehenden Schrauben und Feder, weil diese Theile leicht an das Papier treten und dieses zerreißen oder wickeln. Zur Vermeidung dieser Störungen sucht man alle vorstehende Theile zu beseitigen, indem man die Schrauben versenkt und die Spiralfeder mit einem Mantel umschlossen hat. In einfachster Anordnung ist dies durch die Konstruktion (Fig. 140) erreicht. Die Spiralfeder ist in eine zylindrische Höhlung des Messerkopfes a eingeschoben und stützt sich gegen den Stellring b, welcher durch eine Schraube auf der Achse festgeklemmt wird, wobei die Schraube in einer Durchbrechung des Messerkopfes zugänglich ist.

B. Querschneider.

Es liegt in der Natur des Querschneidens, daß diese Operation nicht kontinuirlich stattfinden kann, da der Schneidapparat nach jedem Schnitte die Verschiebung des Papiers um die Breite des abzuschneidenden Stückes abwarten muß. Ferner ist bei diesem Vorgange ausgeschlossen, daß die Fortbewegung des Papiers mit der Schnittrichtung des Schneidapparates zusammenfällt und deswegen dieser vielmehr so einzurichten, daß er die ganze querlaufende Schnittbreite des Papiers beherrscht, was entweder durch Kreismesser zu erreichen ist, die über das Papier hinweggerollt werden oder durch lange geradlinige Messer, welche das Papier nach Art der Scheeren zwischen sich nehmen und abtrennen. Das Prinzip, durch Kreismesser den Querschnitt auszuführen, bietet dem Prinzipe des Schneidens mit langen Messern gegenüber nur dann Vortheile, wenn es sich um ein kontinuirliches Schneiden handelt, bei dem die Kreismesser den Platz nicht verlassen und findet demnach zum Querschneiden keine Anwendung.

Bei der Anordnung der Scheeren mit geraden Schneiden ist es gleichgültig in Bezug auf die Wirkung, ob sich eine oder beide Schneiden bewegen und wird daher behufs Vereinfachung der Konstruktion stets nur eine beweglich angeordnet und die andere als sog. Stockmesser fest mit einem Gestelle verbunden. — Das bewegliche Messer (Schneider) kann in verschiedener Weise an dem Stockmesser vorbeigeführt, also zur Wirkung gebracht werden, nämlich:

1. Durch Drehung um einen Endbolzen als Hebelschneider.
2. Durch geradlinige Bewegung als Parallelschneider.
3. Durch Bewegung in einer Zylinderfläche in Folge einer Schwingung oder Drehung um eine Längsachse, z. B. auf Armen oder der Oberfläche einer drehenden Walze sitzend als Walzen- oder Bogenschneider.

In allen drei Fällen ist für den Schnitt der Winkel von Wichtigkeit, unter welchem die Schneiden gegen einander geneigt sind und der Scheerenwinkel genannt wird. Ueberschreitet derselbe eine gewisse Größe, so wird das Papier aus dem Scheerenmaule herausgeschoben; denn das Schneiden beginnt erst bei dem sog. Reibungswinkel, den man hier je nach der Glätte des Papiers zwischen 8 bis 15° annehmen kann.

Bei dem Hebelschneider mit gerader Schneide wechselt nun dieser Winkel außerordentlich, indem er bei ganz geöffneter Scheere groß, bei geschlossener aber Null ist. Deshalb sind diese Schneider nur brauchbar, wenn ihre Schneide nach einer logarithmischen Spirale gekrümmt sind; da sie außerdem relativ große Bewegungen machen müssen, so beschränkt sich ihre Anwendung wohl um so mehr auf schmales Papier, als es schwierig ist, sie mit einem sog. „Zug" auszustatten. Hierunter versteht man nämlich eine in der Richtung der Schneide während des Niederganges stattfindende Bewegung, welche eine wesentliche Erleichterung im Schnitte gewährt und die Sauberkeit der Schnittfläche erhöht, in

Folge der eigenthümlich fein gezackten, daher sägeartigen Schneide, die beim Durchziehen durch das Papier ein wirkliches Abschneiden und kein Abpressen hervorbringt.

Ordnet man den Schneider daher so an, daß er sich parallel zu sich selbst bewegt, so erreicht man zunächst einen gleichbleibenden Scheerenwinkel, dessen Größe sich ein- für allemal leicht festlegen läßt, und außerdem mit einfachen Mitteln den das Schneiden außerordentlich begünstigenden Zug. Aus diesem Grunde stehen die Parallelschneider vorwiegend im Gebrauch. In vielen Fällen werden die Schneiden parallel, also mit einem Scheerenwinkel von 0° angeordnet, um dadurch für den Schneider den kleinsten Weg zu erhalten, da dieser dann ja nur der Dicke des Papierstoßes gleichkommt. In Anbetracht dessen jedoch, daß bei dieser Stellung der Scheeren der Schneider auf der ganzen Schnittbreite zugleich zur Wirkung gelangt und dadurch mit beträchtlichen Stößen arbeitet und leicht einen unsauberen Schnitt liefert, ist es zweckmäßiger, die Scheiden nicht parallel, sondern unter einem Winkel von etwa 8 bis 10° gegen einander geneigt zu legen. Wenn dadurch auch der Weg vergrößert wird, so erreicht man andererseits einen ruhigen, sanften Gang und sauberen Schnitt, weil die geneigte Lage des Schneiders eine dem Zug (s. o.) gleichkommende Wirkung veranlaßt.

Zur Hervorbringung eines sicheren Schnittes ist vor Allem erforderlich, daß der Schneider das Stockmesser vollständig berührt, weil im entgegengesetzten Falle ein Verquetschen des Papiers erfolgt. Aus diesem Grunde werden die Messer an den zugekehrten Seiten vollkommen eben hergestellt und so stark (25 bis 30 mm) gemacht, daß eine Verbiegung nicht zu befürchten steht; außerdem erhält der Schneider eine sichere Führung von solcher Beschaffenheit, daß er stets gegen das Stockmesser gedrängt wird und zwar oft durch Anbringung von Federn.

Die Bewegung der Messer in geradlinigen Bahnen erfolgt zweckmäßig durch zwei Zugstangen, die mittelst Exzenter schwingen; mitunter verwendet man Exzenter mit kurzen Druckstangen oder Daumen. — Wenn zwar der Schneider sich gewöhnlich in der Vertikalebene bewegt, so sind doch auch Konstruktionen mit horizontal bewegten Schneidern zur Ausführung gekommen, unter Anderem bei dem Querschneider von Hammond (Hoffmann's Handb. der Papierfabr. S. 320.

Statt durch feste geradlinige Führungen kann man den Schneider auch dadurch zu einem sicheren Schnitte bringen, daß man ihn an Armen befestigt, welche ihrerseits an einer horizontalen schwingenden Welle sitzen und durch ihr Mitschwingen dem Schneider die oben erwähnte Bogenbewegung ertheilen. Hierbei ist nur zu berücksichtigen, daß der Schneider, wenn er nicht parallel zu dem Stockmesser zum Schnitte gelangen soll, nach einer Schraubenlinie geformt und mit den Armen verbunden sein muß, welche nach dem Scheerenwinkel aufsteigt.

Endlich läßt sich noch dadurch der Schnitt hervorbringen, daß man den Schneider auf der Oberfläche einer rotirenden Trommel befestigt, welche also bei jeder Umdrehung einen Schnitt macht. Man gewinnt dadurch einen Schneidapparat, der sich in seiner Ausführung an den Hadernschneider Fig. 5, S. 43 anlehnt und den unverkennbaren Vortheil besitzt, daß die bewegte Masse keine

Richtungsveränderung nach jedem Schnitte erforderlich macht und sich daher mit großer Gleichförmigkeit bewegt. — In der Anordnung der Messer zeigen sich hier auch Unterschiede, je nachdem man dieselben radial oder tangential, dem Stockmesser parallel oder geneigt (in Schraubenlinien) mit der Walze verbindet.

Wird der Querschneidapparat in die Papiermaschine eingeschaltet, um gemeinschaftlich mit dem Längsschneider die Papierbahn in Bogen zu zertheilen, so ist dem Schneider zunächst eine angemessene Geschwindigkeit, d. h. eine der Länge der zu schneidenden Bogen entsprechende Anzahl Schnittbewegungen zu ertheilen. Bezeichnet man letztere mit n in der Minute, die in derselben Zeit fertig gewordene Papierlänge mit L, sowie mit l die Bogenlänge, so ist:

$$n = \frac{L}{l}.$$

Hat z. B. die Maschine eine Geschwindigkeit von 20 m und sollen die Bogen 20 cm lang werden, so ist $n = 100$, d. h. das Messer muß in der Minute 100 Schnitte ausführen. Im Allgemeinen wird die Geschwindigkeit der Messer, weil sie doch zum Durchlassen des Papiers auch genügend hoch zu heben sind, so groß, daß man der Einschaltung derselben in die Papiermaschine nicht das Wort reden kann. Außerdem ist noch zu bedenken, daß der Querschneider mit Vorrichtungen in Verbindung gebracht werden muß, welche diese Geschwindigkeit innerhalb weiter Grenzen je nach der Länge der Bogen zu verändern gestatten und daß bei einem Versagen, Auswechseln und Einstellen der Messer die Maschine außer Betrieb zu setzen ist, womit wohl vollständig der Vortheil aufgewogen wird, den die Ersparung des Haspelns gewährt. Da nun endlich noch durch die der Maschine eingefügten Querschneider stets nur ein Blatt geschnitten werden kann, während namentlich die Parallelscheeren mit einem Schnitt eine bedeutend größere (8 bis 12) Zahl von über einander gelegten Papierbahnen zu zerschneiden vermögen, so spricht so Vieles zu Gunsten der selbstständigen Querschneider, denen das Papier von einer größeren Anzahl Rollen auf einmal zugeführt wird, daß sie die Regel bilden und zwar in der Konstruktion der Parallel- oder Guillotinescheeren und der Walzenscheeren.

In beiden Fällen gelangen die Scheeren periodisch und außerdem stets an derselben Stelle zum Schnitt, weil das Stockmesser festliegt: daher muß für jeden Schnitt das Papier um die abzuschneidende Länge vorrücken. Diese Vorrückung kann entweder kontinuirlich oder nach jedem Schnitt, also schrittweise, erfolgen, wonach auch zwei Vorrückungssysteme zu unterscheiden sind.

Zum kontinuirlichen Vorrücken bedient man sich ausschließlich eines drehenden Walzenpaares, das so stark zusammengepreßt wird, daß kein Gleiten des Papiers stattfindet. Indem man den Antrieb desselben durch Riemenkegel anordnet, erreicht man zugleich den Vortheil, daß man den Vorschub und somit die Bogenlänge auf das Genaueste allein durch dieses Vorziehwalzenpaar regeln kann, ohne eine Geschwindigkeitsänderung des Schneiders nöthig zu haben. Nur ist zu berücksichtigen, daß das Papier auch während der Schneideoperation sich um eine bestimmte Länge vorschiebt und deshalb, um rechtwinklige Schnitte zu erhalten, verlangt, daß der Schneider mit dem zuletzt zum Angriffe kommenden

Ende um diese Länge vorsteht. Bei den zahlreichen, von den Bogenlängen bedingten Geschwindigkeitsänderungen muß selbstverständlich auch diese Länge ebenso oft eine andere werden und deshalb eine für eine sehr genaue Einstellung des Schneiders passende Vorrichtung angebracht sein, die namentlich bei dem Walzenschneider schwierig auszuführen ist.

Das periodische Vorrücken kann nun entweder durch Walzen bewirkt werden, die mit einer periodischen Drehung ausgestattet sind, oder durch Zangen, welche das Papier fassen und in geraden oder bogenförmigen Bahnen vorstoßen. — Die periodische Drehung erfolgt entweder in der Weise, daß ein Walzenpaar sich in Zeitpausen nach derselben Richtung dreht oder daß eine Walze abwechselnd eine Vor- und Rückdrehung erhält, und bei der Vordrehung das Papier mitnimmt, aber bei der Rückdrehung liegen läßt. Weil die erste Art der periodischen Drehung in der Ausführung umständlicher als die zweite ist, die in einfachster Weise durch eine hin und her gehende, in ein Trieb auf der Walzenwelle eingreifende Zahnstange, schwingendes Zahnsegment ꝛc., zur Ausführung gelangt, muß man dieser zweiten Anordnung besonders dann den Vorzug einräumen, wenn die Zahnstange oder das Segment direkt von einer Kurbel, Schubstange oder einem Hebel die Bewegung erhält, da hier zugleich durch Veränderung der Kurbel- oder Hebellänge die Größe des Vorschubes regulirbar wird.

Die zum periodischen Vorstoßen zur Anwendung gelangten Zangen bestehen aus zwei Linealen oder Balken von solcher Länge, daß sie über die ganze Breite des Papiers hinwegragen, um dieses bei geöffneter Zange frei passiren zu lassen. Letztere funktionirt nun in der Weise, daß sie zuerst in geöffnetem Zustande über das Papier hinweggeht, darauf sich schließend das Papier faßt, dann letzteres genau um die abzuschneidende Länge durch die Scheeren schiebt, sich öffnet und zur Wiederholung des Vorganges zurückkehrt. Damit bei dieser Rückkehr das Papier nicht mit zurückgeht, wird es unmittelbar vor den Messern durch eine Presse gepackt, welche sich erst wieder öffnet, wenn ein neuer Vorstoß beginnt und entweder aus zwei geraden Balken oder aus einem Walzenpaar besteht, das sich während des Vorstoßes mit dreht, dann aber plötzlich zum Stillstand gebracht wird. Außerdem erhält das Papier noch eine Unterstützung durch endlose, über die Walze geführte Filze oder Gurten.

Durch Kombination der verschiedenen Messer- und Vorschubanordnungen ist nach und nach eine große Zahl von Schneidapparaten entstanden, unter welchen jedoch augenblicklich diejenige Konstruktion vorherrscht, welche aus einem rotirenden oder Guillotinemesser mit periodischem Vorschub des Papiers besteht und zuerst von Verny in Aubenas 1878 ausgeführt, durch Verbesserungen in den Einzelheiten sehr leistungsfähig geworden ist. Die Fig. 141 stellt diese Maschine nach einer der neuesten Ausführungen aus den vereinigten Werkstätten zum Bruderhaus in Reutlingen in etwa $^1/_{40}$ n. Gr. in einer Seitenansicht dar. Die Papierbahnen P, P, P, welche sich von den betreffenden Rollen in dem Rollenständer abwickeln, laufen in größerer Zahl (8 bis 12) zuerst zwischen das Leitwalzenpaar bei i, um dann zwischen die endlosen Bänder c und den endlosen Filz d zu gelangen, welche Organe ein festes Zusammenhalten und sicheres Führen bezwecken. Das Vorstoßen des Papiers vermittelt die Einzugspresse Z, welche an den

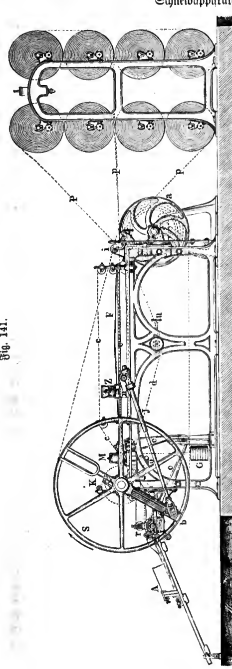


Fig. 141.

Geradführungen F vermittelst zweier Schubstangen J hin- und hergeführt wird. Auf dem Wege von M nach i bleibt diese Zange durch den Daumen n offen und schiebt sich daher über das Papier hinweg. Vor den Leitwalzen i angekommen, schließt sie sich aber, nimmt das Papier mit den Führungsbändern und dem Filze zwischen sich und stößt nun dasselbe in einer bestimmt abgemessenen Länge vor und durch die zweite, während dieses Vorganges offene Presse M hindurch. Am Ende bei M angelangt, öffnet sich die Presse Z, um den Rückweg von Neuem anzutreten; in demselben Augenblicke schließt sich die Zange M, um die Papierlagen zum Schnitte festzuhalten. Letzterer erfolgt nun sofort durch ein auf vier rotirenden Armen befestigtes, unter K sichtbares Messer, welches an dem Stockmesser vorbeistreift, das an dem unteren Balken der Schnittpresse M angebracht ist. Die abgeschnittenen Bogen werden sodann von einem, wesentlich aus endlosen, um die Walze r laufenden Bändern gebildeten Apparat aufgefangen, mittelst eines Lineals so auf den Tisch A geschoben, daß sie sich über einander zu einem Stoße anhäufen, der von

Zeit zu Zeit abgenommen wird. — Die Bewegung sämmtlicher Theile dieser Maschine erfolgt von der Scheibe *a* aus, welche ihrerseits von einem Riemenvorgelege angetrieben wird, welches sechs Stufen besitzt, also sechs verschiedene Geschwindigkeiten zuläßt. Durch einen Riemen geht die Drehbewegung auf die Riemenscheibe *b* und von dieser auf das, der regelmäßigen Bewegung wegen doppelt vorhandene Schwungrad *S* über. Ein Arm *b* dieser Räder *S* ist nun zur Aufnahme der Schubstange *J* als Schlitzkurbel ausgebildet, in welcher eine Schraube die Entfernung des Angriffspunktes von der Drehachse, also auch damit die Weglänge für die Zange *Z*, d. h. die Länge der abzuschneidenden Bogen auf das Genaueste abmessen und festlegen läßt. — Da das Ablegen der Bogen natürlich auch periodisch stattfindet, so wird die hierzu erforderliche Bewegung von derjenigen der Zange *Z* abgeleitet, indem das von *Z* mitgenommene endlose Tuch *d* eine Schnurrolle und diese mit Hülfe der Schnur *e* das Walzenpaar *r* in periodische Drehung bringt, wobei die Schnur *e* durch zwei unten im Gestelle liegende Rollen und der Filz *d* durch die unter *i* liegende Walze gespannt und die Walze *u* regulirt wird. Das an dem Hebel *o* wirkende Gewicht *G* hat den Zweck, den wegen des rotirenden Messers beweglichen Bogenableger stets an einer auf der Messerwelle sitzenden exzentrischen Scheibe zu halten, während beim Niedergange des Scheermessers unter das Stockmesser der Bogenableger letzterem ausweichen muß. — Zum Reinhalten und Schmieren des rotirenden Schneidmessers dient die Walze *K*, an welcher das Messer vorbeistreift. — Die vorstehend beschriebene Maschine, welche auch mit Guillotinemesser und mit selbstthätig sich senkendem Aufnahmetisch und automatischem Ableger gebaut wird, macht 12 bis 31 Schnitte, also im Mittel 21 in der Minute und liefert demnach in der Minute bei 8 Rollen 168 Bogen in Längen von 300 bis 1200 mm. Wird mit der Maschine noch ein Längsschneidapparat verbunden, oder legt man mehrere schmale Rollen neben einander, so erhöht sich entsprechend die Bogenzahl. — Da sie jedoch nur rechtwinklige Bogen schneidet, andererseits aber für einige Verwendungszwecke auch schräg geschnittene Bogen nothwendig sind, so hat dieselbe Fabrik auch Diagonalschneidmaschinen für Rhombenform in Winkeln von 90 bis 45° konstruirt (D. R.-P. Nr. 18572 und 19043) und zwar mit oszillirendem Schneider und einem Antriebe durch ein unter der Pressenführung liegendes horizontales Rad.

Das durch vorstehende Maschine genügend erklärte Querschneidsystem weist noch eine Reihe anderer Ausführungen auf, welche namentlich in Einzelheiten, Antrieb, Messer, Bewegung der Zangen, der Ablegeapparate &c. von einander abweichen. So hat Erkens in Düren (D. R.-P. Nr. 10788) durch eine besondere Konstruktion der beweglichen Zange bewirkt, daß ihre Bewegung erst beginnen kann, wenn das Papier sicher gefaßt oder frei ist. — Eck u. Söhne in Düsseldorf bringen den periodischen Vorschub (D. R.-P. Nr. 6008) durch eine Walze hervor, welche von einem schwingenden Zahnradsegment eine genau einstellbare Links- und Rechtsdrehung empfängt. Das Schneidmesser wird gleichfalls durch einen Zahnbogen auf- und niederbewegt. — Strobel in Chemnitz wendet bei seinen Querschneidern nur einen Transportfilz an, der sowohl die Bahn zuführt, als zum Ablegen dient und dadurch vermeidet, daß der Bogen schon vor der völligen

Trennung durch den Schnitt vom Ableger abgerissen wird. Auch wird durch diese Anordnung die Maschine vereinfacht. — Von Kieß und Lell in Stutt-

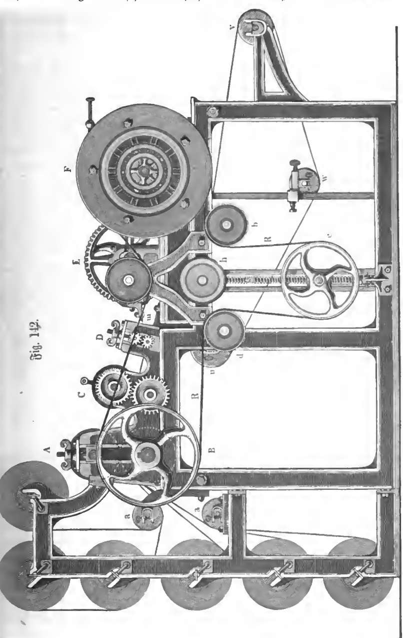


Fig. 142.

gart wurde das genannte System wesentlich geändert durch Einführung einer ununterbrochenen Speisung, indem nach D. R.-P. Nr. 14178 die Papierbahn mit gleichbleibender Geschwindigkeit vermittelst Walzen und endloser Bänder vorgezogen und die zum Abschneiden dienende, auf einer schwingenden Trommel angebrachte Scheere während des Schnittes mit dem Papier so bewegt wird, daß Scheere und Papier gleiche Geschwindigkeiten einhalten.

Zur Erläuterung einer Schneidmaschine mit Walzenmesser mag die Fig. 142 (a. v. S.) dienen, welche in England vielfach Eingang gefunden hat. Das Papier wird von sechs Rollen abgezogen und zwar durch ein Paar Vorziehwalzen *A*, denen es vermittelst zweier Führungsrollen *a a* zuläuft und die ihre Stellung und Pressung von Druckschrauben empfangen. Sodann gelangt dasselbe zu dem Längsschneidapparate *C* mit Kreisscheeren und von hier zu dem Walzenpaare *D*, welches dasselbe dem Querschneider zuführt, der aus einer Trommel *E* besteht, auf deren Oberfläche das Radialmesser *m* sich befindet, das bei jeder Umdrehung einen Schnitt macht und somit sechs Blätter abschneidet, die von dem über die rotirenden Walzen *u v w* gespannten Tuch ohne Ende aufgefangen und aus der Maschine gefördert werden. Der Umtrieb der in Betracht kommenden Walzen erfolgt von der Scheibe *F* aus durch einen Riemen *R*, welcher über die Riemenscheiben *b*, *c*, *d*, *B*, *e* geführt, insbesondere durch die Scheibe *c* gespannt wird. Die Bogenlänge findet ihre Abmessung durch die Geschwindigkeit der Papierzuführung, also durch die Anzahl Umdrehungen der Unterwalze des Walzenpaares *A*, die ihre Drehung von der Riemenscheibe oder Schnurrolle *B* erhält. Um diese Zahl verändern zu können, ist die Scheibe *F* als Expansionsscheibe konstruirt und demnach auf beliebige Halbmesser einzustellen. Weil dieser Einstellung entsprechend der Treibriemen frei wird, so muß die Spannrolle *b* bedeutende Bewegungen ausführen, weshalb die von dem Handrade *h* vermittelst Kegelräder zu drehende Stellschraube *S* eine bedeutende Länge erhält.

X. Stofffänger.

Beim Aufleiten des Papiers auf die Kautschwalze ist es nicht zu vermeiden, daß die Papierbahn mitunter einreißt und fetzenweise mit der Form fortgeführt wird. Um nun den diese Fetzen bildenden Stoff, sowie auch jenen, welchen die Schaber von der Oberfläche der Walze entfernen rc., nicht in Verlust gehen zu lassen, sammelt man ihn unter der Maschine mittelst Abspritzens in einem besonderen Kasten, in dem er dann durch eine passende Vorrichtung vom Wasser getrennt und gesammelt wird. — Eine vielfach angewendete Konstruktion dieses sog. Stofffängers von Wandel in Reutlingen läßt Fig. 143 erkennen. In einem 1,5 bis 2 m langen Kasten dreht sich durch die Räder *C* angetrieben, langsam die mit feinem Sieb bezogene Trommel *B*. Indem das Wasser mit dem Stoffe nun in den Kasten und an das Sieb fließt, tritt es durch die Maschen und läßt auf dem Siebe den Stoff zurück, der von der Holzwalze *F* abgenommen und in den Kasten *G* geworfen wird, während das Wasser durch das

Rohr E abläuft. Zur Abdichtung gegen die Kastenwand dient der um einen Hals der am anderen Ende geschlossenen Trommel B gelegte Riemen D. — Nach dem Vorgange von Bertram in Edinburg konstruirt man die Stofffänger auch kegelförmig, lagert sie mit der Achse horizontal und läßt das Abwasser

Fig. 143.



an der kleinen Basis eintreten. Der im Inneren liegenbleibende Stoff schiebt sich nach und nach dem weiteren Ausgangsende zu und fällt in einen vorgesetzten Kasten. — Zu demselben Ziele gelangt Hemmer in Neidenfels viel einfacher, indem er die zylindrische Siebtrommel von 850 mm Weite und 2,5 m Länge mit der Achse etwas schräg lagert und das stoffführende Wasser an dem höher liegenden Ende eintreten läßt.

XI. Papiermaschine.

Die Papiermaschine ist als eine Verbindung der im Vorstehenden näher erörterten Apparate zu betrachten und kann daher, weil diese in ihrer vielfachen Gestaltung eine große Menge Kombinationen ergeben, diesen entsprechend als organisches Ganzes sehr verschieden angeordnet sein. Der wichtigste Theil dieses Ganzen ist jedoch die Form (S. 326) und erscheint es demgemäß am zweckmäßigsten, nach der Verschiedenheit der Form die Papiermaschinen in:

1. Langformmaschinen,
2. Zylinderformmaschinen und
3. Rahmenformmaschinen

zu gruppiren, nachdem in neuester Zeit wieder Maschinen mit Schüttelrahmen ernstlich in Aufnahme zu kommen scheinen.

A. Langformmaschine.

Die Langformmaschine (Langsiebmaschine, Schüttel- oder Rüttelmaschine) ist deswegen die wichtigste und gebräuchlichste, weil sie in der Rüttelung ein Mittel zur vollständigen Verfilzung der Fasern besitzt, das im Verein mit der ununterbrochenen Papierbildung die größte Leistungsfähigkeit zuläßt.

Der Uebersichtlichkeit wegen vereinigt man die einzelnen Apparate in zwei Hauptpartien:

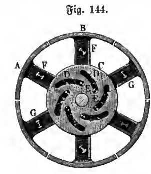
1. In die Naßpartie, welche die Bütte nebst Regulator, Sandfang, Knotenfänger, Teller rc., die Form nebst Deckel, Saugwanne, Rüttelapparat, Kautschpresse rc., und die Naßpressen nebst Naßfilz rc. und
2. In die Trockenpartie, welche die Trockentrommeln nebst Trockenfilzen, Filztrocknern rc., die Schneidewerke, die Feuchtapparate, die Glättwerke, die Haspeln rc. umfaßt.

Beide Partien zusammen geben der Papiermaschine eine bedeutende Länge, so daß sie vor Allem einen großen (30 bis 50 m und mehr langen) Raum in Anspruch nimmt. Damit trotz dieser Länge alle Theile sich in unabänderlicher Lage erhalten, müssen dieselben an ihren Verbindungen und Unterstützungen besonders sorgfältig ausgeführt sein; deshalb verlangt auch die Papiermaschine ein sehr sicheres Fundament. Da zugleich bedeutende Wassermengen zu entfernen sind, so stellt man sie allgemein zur ebenen Erde auf und zwar, wenn es die Räumlichkeiten gestatten, in einem besonderen Gebäude, das gegen das Eindringen von Staub rc. geschützt und mit sicher wirkenden Vorrichtungen für den Abzug der Wasserdämpfe versehen ist. — Um die Aufstellung der Papiermaschine zu erleichtern und bei etwaigen Reparaturen rc. die schweren Theile derselben schnell und leicht fortnehmen und wieder einsetzen zu können, sollte der Maschinensaal stets mit einem einfachen Laufkran versehen sein.

Von der größten Wichtigkeit für die Zuverlässigkeit in der Leistung ist die Möglichkeit, die Bewegungen der einzelnen Arbeitsorgane auf das Genaueste reguliren und mit einander in Einklang bringen zu können. Um diese Bewegungen vollständig unabhängig von den anderen Arbeitsmaschinen zu erhalten, muß die Papiermaschine unter allen Umständen mit einem besonderen Motor (Wasserkraft- oder Dampfmaschine) versehen sein, weil es schwierig ist, von der Kraftmaschine, die zum Betriebe der Stäuber, Holländer, Kocher rc. dient, den Antrieb für die Papiermaschine mit derjenigen Gleichmäßigkeit abzuleiten, welche hier durchaus nothwendig ist. Die arbeitenden Theile der Papiermaschine zerfallen bezüglich ihrer Geschwindigkeit aber in zwei Gruppen. Die eine davon umfaßt jene Organe, welche bei jedem Gange der Maschine nahezu die gleiche Geschwindigkeit beibehalten; hierher gehören hauptsächlich die Rührwerke in der Bütte, die Schöpfwerke, die Knotenfänger, die Formrüttelwerke, die Luftpumpen und der Stofffänger. Zu der zweiten Gruppe zählen alle jene Theile, welche von der Form bis zum Haspel reichen und je nach dem zu erzeugenden Papier

mit verschiedenen Geschwindigkeiten ausgestattet werden müssen. Um nun jeder der hierdurch entstehenden zwei Geschwindigkeitsgruppen einen unabhängigen Antrieb geben zu können, wird die motorische Kraft der Kraftmaschine am zweckmäßigsten zunächst auf zwei Transmissionswellen übertragen und dann von diesen mittelst Riemen auf die einzelnen Organe vertheilt. Bei dieser Vertheilung gelangt man am einfachsten zu einer genauen Regulirung der Geschwindigkeit der verschiedenen arbeitenden Theile durch Anwendung konischer Riemenrollen mit einfachen Riemenführern oder der sog. Expansionsscheiben. Weil sich bei den konischen Riemenrollen (S. 356) das Uebersetzungsverhältniß durch Verschieben der Riemen, also auch ohne Schwierigkeit während des Ganges ändern läßt, so zieht man sie den Expansionsscheiben vor, da diese zur Regulirung einen Stillstand der Maschine bedingen. Dahingegen finden die Expansionsscheiben (natürlich zur Beibehaltung einer gleichen Riemenspannung stets paarweise) ausgedehnte Anwendung zur Uebertragung der Geschwindigkeit von der Kraftmaschine auf die eben genannten Hauptwellen, indem sie ein bequemes Mittel darbieten, den Gang der Papiermaschine der zu erzeugenden Papiergattung anzupassen. — Eine solche Scheibe einfachster Konstruktion zeigt Fig. 144. Dieselbe besteht aus sechs Segmenten A, B rc., welche an Armen sitzen, die sich an dem sternförmigen Mittelstücke G verschieben und mittelst der Druckschrauben F feststellen lassen. Zur Verschiebung dient die auf der Achse drehbare Scheibe C, welche für jeden Arm eine spiralförmige Nuth D enthält, in die ein Stift E des zugehörigen Armes eintritt, so daß bei der Drehung der Scheibe C je nach der Drehrichtung die Arme radial ein- oder auswärts geschoben werden.

Fig. 144.

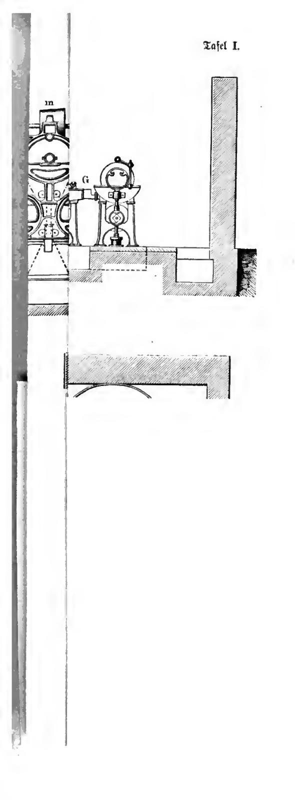


Die Aufstellung der Papiermaschine soll so getroffen werden, daß nicht nur eine bequeme und gefahrlose Bedienung, sondern auch eine leichte Zugänglichkeit zu allen Theilen derselben erreicht wird. Dazu ist erforderlich, daß an beiden Seiten der Maschine ein genügend freier, auch von den Antriebsvorrichtungen nicht gesperrter Raum und mindestens an zwei Stellen, sehr zweckmäßig auf der Grenze zwischen der Trocken- und Naßpartie und vor der Brustwalze, ein Verbindungsweg zwischen den beiden Langseiten angelegt wird. — Bei gewöhnlichen Papiermaschinen genügt ein einseitiger Antrieb der Arbeitsorgane, während bei sehr breiten, um die Verdrehung der Trommelachsen rc. zu vermeiden, wenigstens für einzelne Theile (die Form, Kautschapparat, Haspel) ein Antrieb an beiden Seiten zu empfehlen ist. Um nun auch bei dieser Anordnung einen ungehinderten Zutritt zu den einzelnen Maschinentheilen, insbesondere auch überall zu der Papierbahn zu schaffen, hat man nur nöthig, die Transmissionswellen oben an der Wand des Maschinenraumes zu lagern, die Transmissionsriemen unmittelbar an der Wand senkrecht abwärts auf kurze Wellen zu führen und von diesen aus durch Kegelräder Querwellen in Bewegung zu bringen, welche unter dem Fuß-

boden gelagert sind und an den Enden Triebräder besitzen, die entweder direkt oder durch Zwischenräder in die Räder eingreifen, welche auf den Zapfen der Walzen- und Zylinderachsen festgekeilt sind. Indem auf diese Weise zugleich für jede Presse, jeden Trockenzylinder, jedes Glättwerk u. s. w. ein besonderer Antrieb geschaffen wird, läßt sich auch jedes Organ leicht und schnell auf seine passende Geschwindigkeit einstellen.

Da die vorstehend erwogenen Punkte u. A. in hohem Grade Beachtung bei der Konstruktion und Ausstellung der Papiermaschinen aus der Maschinenbauanstalt der Gebr. Hemmer in Neidenfels (Rheinpfalz) gefunden haben, so mag hier eine in Fig. 145 u. 146 auf Tafel I. im Aufriß und Grundriß dargestellte Maschine aus genannter Fabrik zur allgemeinen Erörterung dienen.

Die zur Raumgewinnung an der Seite aufgestellten Rührbütten A und A_1 haben je 3 m Durchmesser und 2,3 m lichte Höhe und damit einen Inhalt von 16 cbm. Sie sind aus Mauerwerk hergestellt, sowohl inwendig als auswendig mit Zement bekleidet und mit einem Rührwerke versehen, welches $3^1/_2$ Umdrehungen in der Minute macht. Aus den Rührbütten fließt der Stoff durch zwei mit Absperrschiebern versehene Röhren einem in einer Vorbütte B angebrachten Regulirschieber zu, welcher zur Erhaltung eines konstanten Niveaus dient und zu dem Zwecke durch den Schwimmer a eingestellt wird. Außerdem befindet sich auf dem Boden dieser Vorbütte als Rührer eine sich drehende Holzscheibe mit strahlenförmig aufgeschraubten Holzleisten. — Zur Zu- und Abmessung steht bei C der eigentliche Regulator, ein Schöpfrad nach der S. 308 beschriebenen Art ausgeführt, welcher den Stoff auf den Sandfang D schafft, nachdem derselbe sich vorher mit dem von der Form abgelaufenen Wasser vereinigt hat. Am Ende des 9 m langen und 0,7 m breiten Sandfanges gelangt der Stoff in das bei E angebrachte Schöpfrad von 1,7 m Durchmesser mit 12 Schöpfkästchen aus Kupfer von 300 mm Breite, um auf die Höhe der Knotenfänger G gehoben zu werden, in die er durch die Kupferrinne F mit den beiden Verzweigungen b eintritt. Der Knotenfängerapparat G ist aus zwei rotirenden Knotenfängern (Fig. 110, S. 323) und einem aus horizontalen Schlitzplatten gebildeten Katzenfänger zusammengesetzt, den der Stoff von unten nach oben passirt, um nun durch ein umgekehrtes Heberrohr H (Syphon) und einen Sammelkasten über den Teller c auf die Form J zu gelangen. Vor dem Siebe liegt zunächst als Verbindungsstück zwischen den beiden Schüttelpfosten d ein sog. Brustbrett aus Gußeisen um Zapfen drehbar, so daß es zum Zwecke der Reinigung und Entfernung der Brustwalze umzuklappen ist. Die auf Kugelzapfen ruhenden, die Brustwalze tragenden Schüttelpfosten erhalten ihre Schüttelung (87- bis 260 mal in der Minute) von dem Schüttelwerke, das bei x neben der Maschine Aufstellung gefunden hat. Das Sieb hat eine Länge von 14 m und ruht auf 30 Registerwalzen, welche in steigender Entfernung angeordnet und einzeln verstellbar sind. Ueber der Form befindet sich der Deckel aus zwei Riemen, wie S. 330 beschrieben; unter der Form liegen bei K drei Saugwannen, wovon die erste mit Hartgummi, die zwei anderen mit gelochtem Messingblech belegt sind. Dabei erfolgt das Saugen der ersten Wanne durch eine Wassersäule, der zwei anderen durch eine bei y aufgestellte, dreistiefelige Luftpumpe, deren Stiefel 165 mm Durchmesser besitzen


m
G

und deren Kolben sich mit einem Hube von 420 mm 35 mal in der Minute bewegen, wodurch ein kräftiges Vakuum gebildet wird.

Das Kautschen erfolgt von der Kautschpresse L, welche aus zwei leichten, mit Kupfer überzogenen Walzen von 600 und 450 mm Durchmesser besteht. Da die Oberwalze ein Gewicht von 775 kg und außerdem noch eine Hebelbelastung besitzt, so kann sie auf eine Pressung von 1050 kg gebracht werden. Ueber dieser Walze ist eine drehende Walzenbürste zum stetigen Rauhhalten des Filzüberzuges (manchon) und, zum Reinhalten, sowohl vor als hinter der Bürste ein Spritzrohr, sowie ein Schaber angebracht.

Bei M erkennt man sodann die erste Presse. Sie besteht aus zwei Hartgußwalzen von je 380 mm Durchmesser, wovon die obere um einen Winkel von etwa 12° zurückgelegt und im Stande ist, durch ihr eigenes Gewicht von 1450 kg in Verbindung mit einem Hebelgewichte e, mit einer Gesammtbelastung bis 2270 kg zu wirken. Die Bronzeschaber an den beiden Walzen erhalten der gleichmäßigen Abnutzung wegen, mittelst Schneckentriebes und Kurbel, von dem Zapfen der unteren Walze aus während 24 Umdrehungen der letzteren eine Längsverschiebung von 21 mm.

Das gekautschte Papier gelangt auf dem Filze f durch die erste Presse M, auf dem Steigfilz f_1 (S. 345) durch die zweite, der ersten gleichgebaute Presse N, um sodann über die den Durchgang gewährende Brücke O auf die Trockenpartie überzugehen.

Der erste Theil der Trockenpartie umfaßt die drei Batterien P, Q und R, deren jede drei Trockentrommeln von 1050 mm Durchmesser besitzen, so daß der Gesammtdurchmesser 9450 mm beträgt. Mit Ausnahme der oberen Trommel der Batterie P hat jede Trommel einen eigenen Filz und dieser seinen besonderen Trockner (S. 353) von 500 mm Durchmesser, wodurch sich als Summe sämmtlicher Durchmesser 13,45 m ergiebt (S. 351). In Folge der dadurch gewonnenen großen Trockenfläche ist es erklärlich, daß diese Maschine auch bei schnellem Gange noch vortheilhaft trocknet. Da zugleich jede Trommel ihren eigenen unabhängigen und für sich regulirbaren Antrieb hat, so ist auch die genaueste Einstellung auf eine bestimmte Geschwindigkeit erreicht. — Die Dampfein- und Ausströmungsröhren sind mit der S. 357 beschriebenen, sog. stumpfen Verpackung an die Trommeln angeschlossen, welche letzteren man übrigens an den Stirnflächen mit schlechten Wärmeleitern unter Blechplatten bekleidet hat. Zur Entfernung des sich dennoch bildenden Kondensationswassers haben je zwei Trommeln einen Ableiter. Als weitere Garnitur kommt noch zum Reinhalten ein Schaber von 21 mm Doppelhub mit 28 Schwingungen in der Minute und ein Manometer hinzu.

Die Maschine besitzt zwei Glättwerke und zwar ein zweiwalziges Feuchtglättwerk S vor, und ein dreiwalziges Trockenglättwerk T hinter der letzten Batterie. Die untere Walze des ersteren mißt 380, die obere 300 mm im Durchmesser, während die Walzen des zweiten in der Reihe von unten nach oben 380, 300 und 240 mm Durchmesser haben. Bei beiden wird der Preßdruck durch unten liegende, mit Gewichten belastete Hebel h und die Hebung der Oberwalze mittelst Schraube und Handrad bewirkt, sowie durch eine Schwebe-

walze *g* für die Schadlosmachung der unvermeidlichen kleinen Stöße und Geschwindigkeitsdifferenzen gesorgt. An dem ersten Glättwerke ist ferner die obere, an dem zweiten die mittlere Walze zum Heizen eingerichtet.

Zum Zwecke des Feuchtens ist bei *U* ein Matrisirapparat (S. 368) eingeschaltet, der aus einer Trommel von 800 mm Durchmesser und einem mit dieser Trommel sich bewegenden, endlosen Filze *i* besteht, der durch ein Spritzrohr benetzt und durch eine Walzenpresse *k* von überflüssigem Wasser befreit, die Papierbahn in der Weise mitnimmt, daß sie sich unter dem Filze an die durch Wasser gekühlte Trommel anlegt und den erforderlichen Grad der Feuchtigkeit erhält, der durch die Belastung der oberen Auspreßwalzen geregelt wird.

Um die Papierbahn beschneiden oder in Rollen von beliebiger Breite zertheilen zu können, befindet sich bei *V* ein Längsschneidapparat mit Tellermessern (S. 376), über welchen noch ein eisernes Einführungslineal liegt, welches sehr nahe an dieselben heranreicht.

Endlich erkennt man bei *W* den Haspelapparat mit zwei Haspeln und bei *X* den Rollapparat für fünf Rollen, der das Papier von dem einen Haspel abrollt, während der zweite sich wieder füllt.

Zum Betriebe dieser Maschine dient die bei *Z* aufgestellte Dampfmaschine, von deren Kurbelwelle *op* vermittelst eines Rädergetriebes zunächst die Welle *qq* bewegt wird, welche die Rührwerke in den Bütten, mit Hülfe der Nebenwellen *rr* das Schöpfrad *E* und die Knotenfänger *G*, mit Hülfe der Nebenwelle *ss* den Regulator *C*, die Rüttelung *x*, sowie die Luftpumpe *y* in Thätigkeit setzt. Von den Expansionsscheiben *t* und *u* wird sodann die Haupttransmissionswelle *YY* angetrieben, welche mittelst der Kegelscheiben *m*, *m* .... die unter dem Fußboden gelagerten, kurzen Wellen durch die korrespondirenden Kegelscheiben *n*, *n* .... in Bewegung bringen, die nun endlich die Querwellen *v*, *v* .... und die damit durch Stirnräder in Eingriff gebrachten Trommeln, Walzen ꝛc. umtreiben. — Um beim Anlassen der Pressen und Glättwerke den Stoß zu vermeiden, sind hier Frittionskuppelungen eingeschaltet, die mittelst Spindeln ein- und ausgerückt werden, welche durch die Walzen gehen und auf der Gangseite der Maschine durch Handräder mit Muttergewinde angezogen oder gelöst werden.

Die vorstehend beschriebene Maschine arbeitet in manchen Fällen nur mit 8 bis 10 m Geschwindigkeit pro Minute mit einem Arbeitsaufwande von 8 bis 9 Pferdestärken. Doch läßt sich die Geschwindigkeit ohne Bedenken auf 40 m in der Minute erhöhen, in welchem Falle sie zum Betriebe 25 bis 28 Pferdestärken beansprucht.

Endlich sei noch erwähnt, daß unter dem Siebe ein Stofffänger angelegt ist, welcher die S. 385 erklärte Anordnung besitzt und daß bei manchen Ausführungen statt des beschriebenen Knotenfängers ein solcher vorgezogen wird, der aus drei flachen Knotenfängern und einem Katzenfange besteht. —

Die Langsiebmaschinen sind in neuester Zeit in Bezug auf ihre Leistungsfähigkeit außerordentlich gesteigert. So wird berichtet (Papier-Ztg. 1882, S. 305), daß in der Papierfabrik von Edw. Lloyd in Sittingbourne (England) solche Maschinen arbeiten mit 2,54 und 3,2 m Siebbreite und 55 m Geschwindigkeit sowie einer täglichen Leistung der letzteren von 8000 kg dünnem Druckpapier.

In der Papierfabrik von Kübler u. Niethammer in Kriebstein (Sachsen) ist eine Papiermaschine von 2,8 m Arbeitsbreite für eine Tagesproduktion von 7500 kg im Gange.

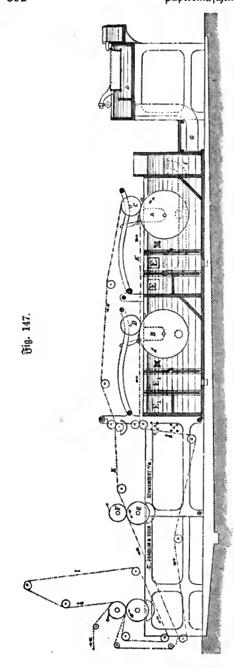
B. Zylinderformmaschine.

Die Zylinderformmaschine, welche, obgleich in sehr unvollkommener Konstruktion, schon 1805 in England von Bramah zum Bogenschöpfen erfunden, aber erst von Dickinson, nach vielfachen Verbesserungen während der Jahre 1811 bis 1817, in Betrieb gebracht und gleichzeitig Leistenschneider in Frankreich (1813) patentirt und von Keferstein in Weida (1816 bis 1819) erbaut wurde, zerfällt wie die Langsiebmaschine in eine Naß- und Trockenpartie.

Die Naßpartie unterscheidet sich von derjenigen der Langformmaschine nur durch die Form. Im Uebrigen hat sie dieselbe Einrichtung, wie die auf S. 178 durch Fig. 67 dargestellte Holzstoffentwässerungsmaschine, nur mit dem Unterschiede, daß der Aufgußkasten *A* mit einem Knotenfänger ausgestattet wird, dem das Zeug über einen Sandfang von einem Regulator aus der Bütte wie gewöhnlich zufließt, und daß die Schaber wegfallen.

Man sieht daraus, daß dieselbe sich durch große Einfachheit auszeichnet, weil der ganze Papierbildungsapparat aus einer sich drehenden Siebtrommel, ohne den für das Langsieb erforderlichen Zubehör, bestehend aus Deckelriemen, Führungs- und Spannwalzen, Rüttelapparat mit dem Tische u. s. w. gebildet ist, daß die ganze Papiermaschine bedeutend kürzer, übersichtlicher und leichter zu behandeln ist. — Wie schon S. 336 Erwähnung fand, stehen mit diesen unverkennbar großen Vortheilen jedoch zwei sehr erhebliche Nachtheile im Zusammenhange: die Bewirkung einer mangelhaften Verfilzung der Fasern und die Schwierigkeit der Entwässerung des Stoffes auf der Form.

Die fehlende Rüttelung zeigt sich nicht nur in einer geringen Querfestigkeit des Papiers, die nach den Untersuchungen des Verfassers durchschnittlich nur halb so groß ist als die Längsfestigkeit, sondern auch in einer eigenthümlichen Durchsichtigkeit, welche häufig neben dunkelen Stellen helle erscheinen läßt und dadurch auch eine ungleichmäßige Vertheilung des Stoffes beweist. Während man die geringe Verfilzung mit den S. 337 angedeuteten Mitteln zu beseitigen sucht, giebt es für die Ausgleichung der unregelmäßigen Vertheilung kein besseres Mittel als dasjenige, welches in der Spinnerei zu demselben Zwecke, d. h. zur Ausgleichung der verschieden vertheilten Fasern, von so großer Bedeutung ist, Dupliren genannt wird und darin besteht, daß man Watten, Bänder 2c. in großer Zahl auf einander bringt, wobei dann erfahrungsmäßig bei genügender Wiederholung die dickeren Partien die dünnen ausgleichen, indem sie über einander treffen. Wie zu erwarten war, verschwinden die Unregelmäßigkeiten des auf Zylinderformen geschöpften Papiers, wenn man mehrere Papierschichten über einander kautscht und zwar um so mehr, je größer die Zahl der Schichten ist; doch genügen gewöhnlich drei Lagen, um alle Unregelmäßigkeiten auszugleichen. — Die Schwierigkeit der Entwässerung des Stoffes auf dem Siebe wird um so


Fig. 147.

kleiner, je dünner unter gleichen Umständen die Faserdecke ist. Wenn man daher zur Erzeugung einer gewissen Papierdicke diese theilt, indem man ebenfalls dünne Lagen auf dem Siebe entstehen läßt und in genügender Zahl über einander kautscht, so fällt auch die Schwierigkeit der Entwässerung weg. — Demnach werden die zwei genannten Nachtheile der Zylindermaschine zu beseitigen sein, wenn man letztere so konstruirt, daß sie das Dupliren der Papierschichten ermöglicht. Da das Dupliren in einfachster Weise durch Aufstellung mehrerer Trommeln hinter einander erreicht wird, wenn man die von sämmtlichen Trommeln ablaufenden Papierbahnen unter einer Kautschwalze auf einander führt und durch Druck zusammenkautscht, so werden die Zylindermaschinen vielfach zur Erzeugung gleichmäßiger, namentlich aber dicker Papiere mit mehreren (2 bis 4) Zylinderformen ausgestattet.

Die allgemeine Anordnung einer solchen Naßpartie zeigt die nebenstehende Skizze (Fig. 147) einer Zweizylindermaschine aus der Fabrik von C. Joachim und Sohn in Schweinfurt. Die Figur läßt in A und B die zwei Zylindersiebe erkennen, welche sich in getrennten Zeugbehältern in der Pfeilrichtung drehen. Der aus

einem Rührbottich kommende, über einen Sandfang in den Knotenfängerkasten H gelangende Stoff fließt zunächst durch das Rohr G in die Vorkammer J und von dieser an beiden Seiten durch Röhren in die den Siebzylindern zugehörenden Kasten E und E_1, um aus diesen in die eigentlichen Schöpfkasten zu gelangen. Ueber beiden Zylindern bewegt sich der Naßfilz K in der Pfeilrichtung. Auf diesen wird durch die Kautschwalze D die Bahn von B, durch die Walze C die Bahn von A gekautscht und zwar die letztere auf die erste, so daß beide Bahnen unter C zusammengekautscht, also verbunden werden, um nun als eine Bahn mit dem Filze durch eine Vorpresse zu der ersten Naßpresse FE, dann auf den Steigfilz und mit diesem durch die zweite Naßpresse, sowie weiter in die Trockenpartie zu kommen. Das in die Siebe laufende Wasser wird höchst zweckmäßig von einer Flügelpumpe ausgesaugt und in den Mischkasten geschafft; indem man auf solche Weise das Niveau im Inneren tief hält, erreicht man ein gutes Auflegen der Fasern. Auch findet eine Regulirung je nach der Beschaffenheit des Stoffes noch durch eine Veränderung der Stoffkasten statt, die zu dem Zwecke aus einzelnen Brettern hergestellt sind. — Die Resultate solcher Maschinen sind sehr bemerkenswerth, denn nach Untersuchungen des Verfassers liefert eine Dreizylindermaschine Papier, dessen mittlere Reißlänge 2800 m beträgt; und zwar ergab sich als Reißlänge in der Längsrichtung 3100 m, in der Querrichtung 2500 m als Mittel aus mehreren Proben, also das günstige Verhältniß 3 : 5 statt 1 : 2. Ferner ist zu erwähnen, daß eine Dreizylindermaschine, mit 25 m Geschwindigkeit in der Minute, in 24 Stunden etwa 3000 kg Papier mittlerer Dicke liefert.

Eine besondere Eigenthümlichkeit der Zylinderformmaschine besteht darin, daß man dieselbe zum Bogenschöpfen einrichten kann, wenn man die Siebfläche durch aufgelegte Streifen von Wachstuch, Blech oder geplättetem Draht in Felder theilt, deren Größe derjenigen der gewünschten Formate entspricht. Durch Einsticken von Wasserzeichen in die einzelnen Felder vervollständigt man den Schöpfapparat derart, daß derselbe Papierbogen liefert, die den mit der Hand geschöpften täuschend ähnlich sind (Papier-Ztg. 1883, S. 1228). — Da man selbstverständlich auf Duplirmaschinen verschieden gefärbte und zusammengesetzte Stoffe verarbeiten kann, so ist es leicht, auf diese Weise Papiere zu erzeugen, die auf den zwei Seiten verschiedene Farben (z. B. auf einer Weiß, auf der anderen Roth) zeigen, oder äußerlich aus feinem, im Inneren aus grobem Stoffe bestehen (Karton).

Die Trockenpartie der Zylindermaschine muß zwar im Allgemeinen nach denselben S. 349 für Langsiebmaschinen erörterten Grundsätzen angelegt werden. — Allein in Anbetracht des Umstandes, daß die Erzeugung der besseren Papiere auf der ersteren noch selten ist, begnügt man sich gewöhnlich auch mit einem auf drei bis vier Trockentrommeln beschränkten Trockenapparat, der aber, um die erforderliche Wirkung zu ermöglichen, mit höheren Dampftemperaturen thätig sein muß. (Hierüber Näheres später bei der Fabrikation der Pappe.) — In den anderen Theilen (Glättwerk, Schneidwerk, Haspel 2c.) treten bemerkenswerthe Unterschiede ebenfalls nicht auf.

C. Rahmenformmaschine.

Obwohl eine Reihe von Untersuchungen über die Eigenschaften des Handpapiers gegenüber dem Maschinenpapier (S. 21 ꝛc.) mit Bestimmtheit zu dem Resultate gelangt ist, daß letzteres in den werthbestimmenden Eigenschaften dem ersteren keineswegs nachsteht, so ist doch in neuester Zeit, wahrscheinlich freilich vorübergehend, der Wunsch, „Handpapier“ zu erlangen, so stark geworden, daß die Bestrebungen, Papier mit Maschinen bogenweise zu schöpfen, wieder lebhafter hervortreten. Zum Theil erreicht man den Zweck, wie oben erwähnt, mit der Zylinderformmaschine; da man jedoch dem Ziele offenbar am nächsten kommt, wenn man die Arbeit des Handschöpfens mit der Rüttelung direkt durch mechanische Vorrichtungen verrichtet, welche mit der Hand- oder Rahmenform versehen sind, so können die hierauf hinzielenden Rahmenformmaschinen nicht außer Betracht bleiben.

Es scheint, daß etwa 1862 von dem französischen Papierfabrikanten Dumas von Neuem der Anstoß zur Konstruktion dieser Maschinen ausging, indem derselbe eine solche zur Anfertigung runder Papierfiltrirblätter patentirt erhielt. Ihm folgte Ermel in Paris 1877 mit einer ähnlichen Maschine zur Herstellung von Banknotenpapier und Clark in London, ebenfalls 1877, mit einem Patent, das sich auf Schöpfformen bezieht, die mittelst zwei neben einander herlaufender Ketten über die Bütte gebracht, hier durch eine Schöpfvorrichtung mit Stoff versehen, dann gerüttelt und abgekautscht werden. Die neueste, mit Erfolg in Betrieb gesetzte Maschine dieser Art ist die dem Direktor M. Sembritzki in Schlöglmühl (Nieder-Oesterreich) patentirte (D. R.-P. Nr. 26580), von Escher, Wyß u. Comp. in Zürich gebaute. Fig. 148 vergegenwärtigt das Prinzip derselben. Der Schöpfrahmen A trägt die viereckige Form a, welche in dem viereckigen, doppelwandigen Kasten vollkommen dicht schließend sich auf- und abbewegen kann. Ueber der Form liegt der sog. Vertheiler D, der sich zusammensetzt aus dem festen Kasten f, welcher mittelst des Kanales g in beständiger Verbindung mit dem Stoffbehälter E bleibt, dem der Stoff vom Knotenfänger zugeht, und dem eigenthümlichen Schwimmer h, der die Bestimmung hat den Stoff gleichmäßig vertheilt auf die Form zu bringen. Zu dem Zwecke befinden sich im Boden des Kastens f eine größere Anzahl Röhrchen i und im Schwimmer ebenso viel Löcher i_1, welche so weit sind, daß die Röhrchen mit Spielraum in dieselben eintreten können. Wenn sich demnach der Schwimmer senkt und somit der Kasteninhalt steigt, so tritt dieser durch den Spielraum in die Röhrchen i und fließt auf die Form. Die hierzu erforderliche Senkung des Schwimmers erfolgt durch den Hebel $l_1 l$, der nach unten hin einen Arm trägt, gegen den rechtzeitig ein Stoß erfolgt. Nachdem die Form mit Stoff gefüllt ist, entfernt sie sich mit dem Rahmen; zu dem Ende ruht sie auf einem Schlitten B, welchem durch eine Zahnstange mittelst eines sich abwechselnd nach beiden Drehrichtungen angetriebenen Zahnrades eine hin und her gehende Bewegung ertheilt wird. Bei dieser Bewegung wird der Formrahmen durch seitwärts sitzende, auf

den Schienen c gleitende Arme a_2 an bestimmten Stellen gehoben und gesenkt, und außerdem bei der Auswärtsbewegung noch dadurch horizontal gerüttelt, daß der Schlitten B zwischen zwei schwingenden Schienen läuft. Während dieser Bewegung muß auch die Entwässerung stattfinden, und zwar erfolgt dieselbe durch das Saugrohr C, das mit einer Flantsche e auf der Schiene $k k_1$ gleitet und dabei in Folge der Senkung dieser Schiene allmählich frei wird und das Wasser mit einer Saugkraft auslaufen läßt, die von der Länge dieses Rohres abhängt, dessen Durchgangsöffnung durch einen Hahn geregelt wird. Das Abkautschen des fertigen Bogens geschieht mittelst endlosen Filzes und der Kautschwalze F, gegen die das Blatt in Folge einer entsprechenden Hebung der Form auf deren Rückwärtsbewegung kräftig angepreßt wird. Das Bewegungsschema, Fig. 149, zeigt den beschriebenen Vorgang: bei 1 steht die Form unter dem Vertheiler zur Aufnahme des Stoffes, zwischen 1 und 2 findet Schüttelung und Entwässerung statt, zwischen 2

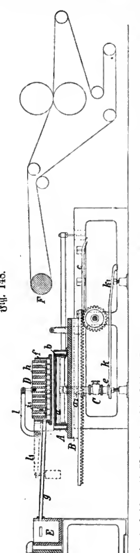


Fig. 148.

Fig. 149.

und 3 Hebung zum Anpressen an die Kautschwalze, zwischen 3 und 4 das Kautschen, zwischen 4 und 5 Senkung und zwischen 5 und 1 Abspritzen des Siebes, zugleich mit Füllung des Saugrohres C, bei 1 Rückkehr zur Schöpfstelle mit Anstoßen an den Hebel l, zum Heben des Schwimmers D und neuem Beginne des Prozesses. — Indem bezüglich der Bewegungseinrichtung auf die ausführliche Beschreibung dieser Maschine in Papier-Ztg. 1885, Nr. 43; Zeitschr. des Ver. deutsch. Ing. 1885, S. 771 und Dingl. pol. Journ. 259, 497 verwiesen werden muß, sei nur noch bemerkt, daß dieselbe zur Ausnutzung der Bewegungsvorrichtung gewöhnlich doppelt gebaut wird, so daß sich der Vertheiler in der Mitte befindet und abwechselnd eine Form von links und rechts gefüllt und abgekautscht wird. — Die Abmessungen der auswechselbaren Formen bewegen sich gewöhnlich zwischen 80 × 80 und 100 × 120 cm und dienen dadurch zur Erzeugung der gangbarsten Formate, da durch aufgenähte Schneiddrähte noch eine beliebige Theilung der Form vorgenommen

werden kann. — Die Leistungsfähigkeit beweist sich nach der Anzahl der geschöpften Bogen, die je nach der Papierdicke zwei bis vier in der Minute beträgt. Bei zehnstündiger Arbeitszeit liefert diese Maschine also täglich 1200 bis 2400 Bogen, welche von dem Filze abgenommen eine Naßpresse mit Gummiwalzen passiren, auf einen Tisch gelegt und endlich zum Trocknen aufgehängt, sowie den Nacharbeiten des Handpapiers (S. 287 ꝛc.) unterworfen werden.

Das auf einer Rahmenformmaschine erzeugte Papier zeigt nach den Untersuchungen des Verfassers sehr gute Eigenschaften. Ein Schreibpapier von 80 g Gewicht pro Quadratmeter zeigte in einer Richtung 2800, in der anderen 3100, also im Mittel rund 3000 m Reißlänge und das sehr günstige Verhältniß zwischen beiden = 0,9, was auf große Gleichmäßigkeit hinweist.

XII. Zurichtung des Maschinenpapiers.

Die Papiermaschine entspricht naturgemäß ihrem Zwecke um so vollkommener, je mehr sie von den zur Fertigung des Papiers in vorgeschriebener Reihenfolge nothwendigen Arbeiten ausführt. Da nun die überwiegende Menge Papier Gebrauchszwecken dient, bei welchen eine Harzleimung im Stoffe genügt und eine Glätte ausreicht, welche durch das der Maschine eingereihte Glättwerk hervorgebracht wird, so liefert die Maschine auch den größten Theil des Papiers in einem Zustande ab, der mit Ausnahme eines etwaigen Zerschneidens in Bogen einer weiteren Zurichtung gar nicht bedarf.

In einzelnen Fällen jedoch kann eine Zurichtung nicht umgangen werden: wenn das Papier nämlich eine höhere Glätte besitzen muß, als gewöhnlich durch das Glättwerk der Maschine zu erzeugen ist, oder wenn dasselbe mit thierischem Leim geleimt werden soll, wofür wegen der Umständlichkeit in der Maschine höchst selten Organe eingefügt sind.

Es beschränkt sich daher die Zurichtung des Maschinenpapiers thatsächlich wesentlich auf das Zerschneiden der Papierbahn in Bogen, das Satiniren im Bogen oder in der Rolle und das Nachleimen ebenfalls im Bogen oder in der Rolle. Da die ersteren Arbeiten vollständig mit jenen übereinstimmen, welche S. 369 ausführlich erörtert sind, so genügt hier der Hinweis auf diese Erörterungen und eine Besprechung über das Leimen des endlosen Papiers.

A. Leimen des endlosen Papiers.

Die unverkennbaren Vortheile, welche die Leimung des Papiers mit thierischem Leime in Bezug auf Festigkeit und Dauerhaftigkeit, als auch wegen einiger anderer Eigenschaften (Schutz gegen Rasuren ꝛc.) hervorbringt, legen den Gedanken und den Wunsch nahe, das endlose Papier durch eine Gelatineleimung

mit diesen Vortheilen auszustatten, um es dem im Bogen geleimten Papiere auch in diesem Punkte gleichzumachen. Die ersten Versuche nach dieser Richtung bezweckten eine Leimung im Stoffe durch einen Zusatz von aufgelöstem Leim im Holländer oder in der Bütte; sie scheiterten größtentheils an dem Umstande, daß der thierische Leim in Wasser gelöst, nur in der Wärme gehörig dünnflüssig bleibt, um genügend abzulaufen und daß er demnach, weil das Warmhalten der Masse bis zur fertigen Bildung des Papiers auf der Maschine kaum möglich ist, Siebe und Filze sehr bald bis zur Unbrauchbarkeit verstopft. Man gab daher diese Versuche auf und wendete sich der jetzt allein für den in Rede stehenden Zweck üblichen Methode zu, welche darin besteht: „Das endlose Papier nachträglich mit Gelatinelösung zu leimen“ und nach denselben Grundsätzen ausgeführt wird, die für die Bogenleimung (S. 287) gelten und demnach zerfällt:

1. In die Durchtränkung des Papiers mit Leim,
2. In das Auspressen des Papiers zur Entfernung des überflüssig aufgenommenen und zur gleichmäßigen Vertheilung des zurückbehaltenen Leimes,
3. In die Beseitigung des Wassers durch Trocknen.

1. Bereitung der Leimlösung.

In erster Linie handelt es sich bei diesem Leimprozesse um die Beschaffenheit der Leim- oder Gelatinelösung, welche nach dem S. 287 ausführlich erörterten Verfahren bereitet wird. Insbesondere ist der Gehalt an Gallerte oder die Stärke des Leimes sehr wesentlich, weil von ihr nicht nur das Maß der Leimung, sondern auch das Verhalten der Lösung dem Papiere gegenüber abhängt. In Bezug hierauf ist zunächst hervorzuheben, daß eine starke Lösung zwar eine kräftigere Leimung bewirkt als eine dünne, zum Eindringen ins Innere des Papiers sich aber weniger gut eignet und dazu einer stärkeren Erwärmung bedarf. Schwächere Lösungen dahingegen sind dünnflüssiger, saugen sich leichter in das Papier ein, vertheilen sich gleichmäßiger, pressen sich leicht aus, geben beim Trocknen das Wasser leichter ab und hinterlassen in dem Papiere eine feste, biegsame, gleichmäßig vertheilte Masse. Man soll daher bei der Leimbereitung im Allgemeinen die Lösung niemals stärker machen, als durchaus gefordert wird, weil die Schwierigkeit zur Hervorbringung einer gleichmäßigen Leimung mit der Konsistenz der Lösung wächst. — Außerdem hängt die Konzentration der Leimlösung wesentlich davon ab, ob das Papier schon im Stoffe mit Harzleim vorgeleimt war oder nicht, als auch von dem Grade dieser Vorleimung. Die zuverlässigste Leimung, d. h. eine Leimung, welche der Bogenleimung am nächsten steht, erhält man allerdings, wenn das Papier nicht im Stoffe vorgeleimt wird. Allein in Anbetracht des Umstandes, daß schwach im Stoffe vorgeleimtes Papier eine größere Verdünnung des thierischen Leimes zuläßt und außerdem die zum Nachleimen erforderlichen Operationen besser aushält als ungeleimtes Papier, läßt es in vielen Fällen zweckmäßig erscheinen, der thierischen Leimung eine

schwache Harzleimung im Stoffe vorausgehen zu lassen. — Da demnach in Berücksichtigung der eben erwähnten Verhältnisse sich bestimmte Konzentrationsgrade nicht angeben, sondern nur für die einzelnen Fälle durch Erfahrungen ermitteln lassen, so mag es hier genügen zu erwähnen, daß man nach Jagenberg (Die thierische Leimung des endlosen Papiers, Berlin 1878) auf folgende Weise eine als Grundlage dienende Leimlösung erhält.

Man füllt 500 kg Leimgut in ein großes Holzgefäß, übergießt dasselbe mit so viel Wasser, daß es davon bedeckt ist und läßt es damit $1^1/_2$ bis 2 Tage stehen. Darauf nimmt man es aus dem Wasser und wäscht es unter einem Wasserstrahl, während man zugleich eine Ausscheidung fremder Bestandtheile (Nägel, Lumpen, Papier, gegerbtes Leder ꝛc.) vornimmt. In das Holzgefäß zurückgebracht, wird es wieder mit Wasser übergossen, dem man etwa 25 kg Salpetersäure zusetzt, um den Kalk in Lösung und das Leimgut zum starken Anquellen zu bringen. Zum dritten Male gewaschen, gelangt die Masse in den Leimkocher, der etwa $^3/_4$ davon faßt (so daß $^1/_4$ über dem Rande steht), und so beschickt mit reinem Wasser angefüllt wird, das mittelst einer Dampfschlange nur eine sehr mäßige Erwärmung (48° C.) erhält, wenn man eine klare, reine Lösung gewinnen will. Nach etwa sechs Stunden zieht man diese erste Kochung durch ein am Kocherboden sitzendes Rohr ab und wiederholt dieselbe Operation mit dem allmählich nachsinkenden Reste in gleicher Weise noch zweimal, so daß man drei Abkochungen erhält, die sich durch große Helligkeit, Klarheit und Reinheit auszeichnen und zusammengegossen sowie filtrirt (S. 288) den Leim für die feinsten Papiere abgeben. Dabei bemißt man das Wasser so, daß jedesmal 1000 Liter, also im Ganzen 3000 Liter Flüssigkeit gewonnen werden, welche nun einen für die gewöhnlichen Fälle passenden Leimgehalt besitzt. — Der Rest des Leimgutes wird dann in gleicher Weise, aber bei etwa 80° C., weiter noch vier- bis sechsmal zu einer Leimbrühe von gelblichbrauner Farbe für gewöhnliche Papiere erschöpft.

Nach demselben Verfasser geben durchschnittlich:

Rohe Häute bis	50	Proz. Leim
Abfall aus Weißgerbereien.	45	„ „
Suronen, Hasenfelle ꝛc.	40	„ „
und gemischtes, mit Blut, Haar, Fleisch ꝛc. verunreinigtes Leimgut im Mittel . .	25	„ „

Wenn man demnach für den vorliegenden Zweck das Material sorgfältig auswählt, kann man auch annähernd den Gehalt der Lösung an trockenem Leim im Voraus bestimmen. — In der Regel begnügt man sich damit, die Stärke an der gallertartigen Beschaffenheit zu taxiren, welche beim Erkalten eintritt.

Um dem Leime nach dem Austrocknen einen hohen Grad von Unlöslichkeit zu geben, muß (S. 288) demselben Alaun zugesetzt werden, und zwar kann man als Ausgangspunkt einen Zusatz von $1^1/_2$ bis 2 Proz. auf die Lösung, also z. B. auf 1000 Liter etwa 18 kg Alaun annehmen. — Die Erfahrung hat ferner gelehrt, daß bei den feinsten Papiersorten (Briefpapier) die Appretur bedeutend erleichtert wird, wenn der Leim einen Zusatz von harter Natron-, Talg- oder

Wachsseife erhält, weshalb es gerathen ist, etwa $1^1/_4$ bis $1^1/_2$ Proz., also auf 1000 Liter etwa 12 bis 15 kg Seife zuzusetzen.

Man hat in neuester Zeit zum Nachleimen des endlosen Papiers (D. R.-P. Nr. 25757) statt des thierischen Leimes eine Auflösung von Kaseïn in kohlensaurem Ammoniak unter dem Namen Ammoniumalbumin in Vorschlag gebracht und diesem Leimmittel eine Menge Vortheile nachgerühmt; da diese Vortheile aber erst entstehen können, wenn das mit diesem Leime getränkte Papier auf 150° erwärmt wird und da das kohlensaure Ammonium durch Verflüchtigung entfernt werden muß, so wird dieser Vorschlag in seinem jetzigen Stadium wohl kaum von Bedeutung sein.

2. Leimmaschine.

Die zum Nachleimen des endlosen Papiers dienenden machinalen Anordnungen, welche in ihrer Gesammtheit die Leimmaschine (machine à collage, *sizing machine*) bilden, können entweder der Papiermaschine eingefügt, oder für sich bestehend unabhängig von dieser aufgebaut werden. Hierbei aber ist zu berücksichtigen, daß das Papier nur im trockenen Zustande geleimt werden kann, da es im nassen Zustande wegen der Füllung der Poren mit Wasser nicht im Stande ist, Leim aufzunehmen, und daß demnach der Platz der Leimmaschine in der Papiermaschine unter allen Umständen nur hinter dem Trockenapparate sein darf, wobei es rathsam ist, die Aufstellung vor dem Längsschneider zu wählen, wenn eine Zerschneidung der Bahn berücksichtigt wird. — In allen Fällen müssen auch in Uebereinstimmung mit den Funktionen an der Leimmaschine drei wesentliche Organe unterschieden werden:

1. Der Eintauchapparat.
2. Die Presse.
3. Der Trockenapparat.

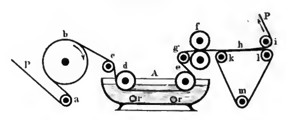
a. Eintauchapparat.

Derselbe besteht in einem Troge, dessen Länge die Breite der Papierbahn um etwas überragt und der mit Einrichtungen versehen ist, welche ein gehöriges Eindringen der im Troge vorhandenen Leimlösung in das Papier sichern und demnach einfach aus horizontalen Walzen gebildet sind, die sich drehen und das Papier während einer abgemessenen Zeit durch den Leim führen. Um diese Dauer bei einer bestimmten, aber gleichbleibenden Geschwindigkeit des durchlaufenden Papiers stets der Stärke des letzteren und dem verlangten Leimungsgrade anpassen zu können, sind zwei typische Anordnungen eingeführt, je nachdem man zwei oder eine Tauchwalze zur Anwendung bringt.

Das erste System erhält gewöhnlich die in Fig. 150 (a. f. S.) skizzirte Konstruktion. In dem kupfernen Leimtroge A liegen in gleicher Höhe die zwei Eintauchwalzen d und e, denen das von den Spannwalzen a und c ge-

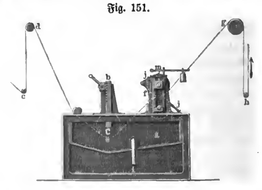
spannte Papier P so zugeleitet wird, daß es dieselben unterwärts passirt. Da hier die Zeit der Einwirkung von dem Abstande der Walzen d und e bestimmt wird, so liegen diese in verschiebbaren Lagern, welche sich von 0,75 bis 1,5 m von einander entfernen lassen.

Fig. 150.



Von dem zweiten Systeme sind in Fig. 151 und 152 zwei Ausführungen gezeichnet. In Fig. 151 erkennt man in C die Eintauchwalze, welche an zwei Zahnstangen b hängt und mit diesen durch Drehung einer Kurbel mit Triebrad mehr oder weniger tief in die Leimlösung eingesenkt werden, wonach auch der Weg bestimmt ist, den das von den Walzen c und d gespannte Papier durch

Fig. 151.

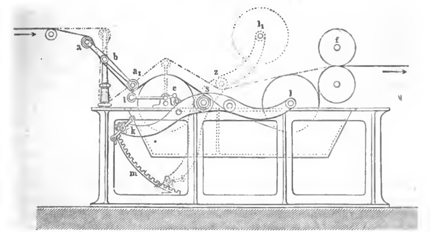


dieselbe zurücklegen muß. — Die Einrichtung Fig. 152 rührt von Weatherley in Chartham her und besteht wesentlich aus der Eintauchwalze l, welche an zwei bei s drehbaren Hebeln k hängt, die vermittelst des Zahnbogens m und der Handkurbel bei k eingestellt und auch, wenn die Leimung unterbrochen werden soll, vollständig auszuheben ist (l_1). Außer dieser beweglichen Tauchwalze l ist bei c noch eine festliegende angebracht, welche Leim aufnimmt und dadurch an die durch Pfeile angedeutete Papierbahn abgiebt, daß diese über dieselbe hinwegläuft, wodurch erreicht werden soll, daß das Papier an beiden Seiten eine Leimtränkung erhält. Damit beim Ausrücken der Walze l in die punktirte Lage l_1 auch zugleich die Papierbahn von der Leimwalze c abgehoben wird, ist noch bei i eine an Hebeln bei $i c$ schwebende Führungswalze angeordnet, welche bei der Bewegung des Hebels $k l$ von einer kleinen Zugstange mitgenommen und eben-

falls in die punktirte Lage gebracht wird. Die bei z sichtbare, an dem Hebel kl sitzende Walze entfernt zugleich das Papier von der Walze l_1.

So wie das Papier in den Leimtrog eintritt und Flüssigkeit aufnimmt, verändert es durch Ausdehnung nach allen Richtungen seine Dimensionen, wird schlaff und dadurch sehr geneigt zur Faltenbildung, welche vermieden werden muß, wenn das Papier nicht unter der Presse an den Falten zerdrückt und zerrissen werden soll und umgangen werden kann, wenn man für eine gehörige, ausgleichende Spannung Sorge trägt. Um diese Spannung sowohl in der Längen- als in der Querrichtung hervorzubringen, ist eine Spannwalze von der Länge der Papierbreite sehr empfehlenswerth, welche von der Mitte her nach beiden Enden hin sich etwa von 150 auf 145 mm Durchmesser verjüngt und die Spannung in der Breitenrichtung der Papiers durch den Kreisbogen regelt,

Fig. 152.



um welchen sie vom Papiere umschlungen wird, da die Spannung mit diesem Bogen wächst. Sie befindet sich natürlich an der Stelle, wo das Papier den Trog verläßt, also bei g (Fig. 150) und ist vertikal verstellbar, um den Spannungsbogen zu reguliren. — An dem Eintauchapparate Fig. 152 ist nur eine Spannung vor dem Eintritte in den Leim durch die an dem um b schwingenden Hebel aa_1 sitzenden Stangen a und a_1 vorgesehen.

Während das Papier den Leimtrog durchläuft und durch Aufnahme von Leim den Stand des Inhaltes allmählich tiefer legt, ist für eine Nachfüllung des letzteren Sorge zu tragen, damit ein konstantes Niveau erhalten bleibt. Um eine solche Nachfüllung ohne ein Aufwallen im Leimtroge zu jeder Zeit leicht vornehmen zu können, ist es rathsam, den letzteren mit einem Vorrathsbehälter durch ein Rohr mit Hahn in Verbindung zu bringen, der so hoch steht, daß er sich ganz in den Leimtrog entleeren kann. Ein solcher Behälter eignet sich zugleich vorzüglich zur Herrichtung des Leimes, indem man durch Zusatz von Leim,

Seife, Wasser, Alaun ꝛc. der Lösung die passende Beschaffenheit giebt, bevor sie in den Leimtrog gelangt. Die Größe dieses Behälters richtet sich nach dem Verbrauche an Leim; durchschnittlich genügt ein Inhalt von 400 bis 500 Liter. Zum Abscheiden der im Leime vorhandenen ungelösten oder sonstigen Schmutztheile passirt die Lösung einen Filtrirbeutel, der innerhalb des Leimtroges vor dem Zuführungsrohre befestigt ist.

Von erheblichem Einfluß auf die Leimung ist die Temperatur, bei welcher der Leim in das Papier eintritt, und zwar sowohl diejenige des Papiers als diejenige des Leimes. Da bei höherer Erwärmung die Poren des Papiers sich mehr öffnen und die Dünnflüssigkeit des Leimes zunimmt, so besitzt man thatsächlich in der Wärmezuführung zum Papier und zum Leim ein schätzbares Mittel zur Regulirung der Leimung nach der einfachen Regel, daß eine stärkere Erwärmung den Grad der Leimung im Allgemeinen erhöht. An einer vollkommenen Leimmaschine fehlen dann auch die Einrichtungen nicht, welche die Zuführung der Wärme und ihre Regulirung zwischen 40 bis 80° C. zulassen. In der Regel bestehen sie nur in kupfernen Dampfröhren, welche sowohl im Vorrathsbehälter als im Leimtroge liegen; höchst zweckmäßig wird diesen aber noch eine Walze hinzugefügt, welche das Papier vor dem Eintritte in den Trog passirt, und die sowohl mit Dampf geheizt, als auch mit Wasser gekühlt werden kann, wenn z. B. das Papier schwach und fast nur auf der Oberfläche geleimt werden soll. In Fig. 150 ist diese Walze mit *b* bezeichnet.

b. Presse.

Bevor man das geleimte Papier dem Trocknen übergiebt, muß dasselbe von dem überflüssigen Leime befreit und der zurückgebliebene Leim durch die ganze Papiermasse möglichst gleichmäßig vertheilt werden. Da beides am einfachsten durch Auspressen zwischen Walzenpressen erreicht wird, so ist an der Stelle, wo das Papier den Leimtrog verläßt, ein Preßwalzenpaar so angebracht, daß der ausgepreßte Leim in den Trog zurückfließt. — Da die Arbeit dieser Presse genau mit jener der Naßpresse (S. 341) übereinstimmt, so genügt es hier hervorzuheben, daß die Walzen dieser Presse entweder mit Filz überzogen, oder zur Vermeidung des Anklebens aus Kupfer, zweckmäßig Phosphorkupfer, hergestellt und mit Gewichtshebeln zum Anpressen versehen werden, wie Fig. 151 zeigt, wo in *f* die Walzen, in *m* die Gewichtshebel und bei *j* und *j* Schaber zum Reinhalten der Walzen sichtbar sind. — In Fig. 150 und 152 erkennt man die Leimpressen bei *f*.

c. Trockenapparat.

Der mit Recht so vielfach betonte höhere Gebrauchswerth des thierisch geleimten Handpapiers ist nicht in dem Leime allein begründet, da sehr wahrscheinlich der Harzleim dieselbe Dauer haben wird, als der thierische Leim,

sondern zum nicht geringen Theil, neben dem Verfahren fertiges Papier zu leimen, in dem höchst behutsamen, langsamen, das Papier nicht gewaltsam aus einander zerrenden Trocknen zu suchen. Wenn daher das nachträglich geleimte, endlose Papier denselben Gebrauchswerth erhalten soll, wie das thierisch geleimte Büttenpapier, so ist vor Allem auf die Konstruktion und den Betrieb der Trockenapparate ein großes Gewicht zu legen und für die Einrichtung derselben der Grundsatz eines langsamen Trocknens mit möglichst geringster, d. h. so großer Spannung festzuhalten, als erforderlich ist, um Runzeln und Beulen im Papiere zu verhüten.

Zur Auswahl einer der S. 350 zusammengestellten vier Möglichkeiten hat man die Erfolge zu Rathe gezogen, welche durch das Trocknen des Papiers in freier Luft erzielt werden, und um diesen Erfolgen möglichst nahe zu kommen, ganz allgemein jene Anordnung gewählt, bei welcher das Papier der Einwirkung erwärmter Luft in der Weise ausgesetzt wird, daß die Luft das Papier bestreicht und, mit Wasser gesättigt, abzieht. Bei dieser Anordnung handelt es sich demnach um die Fortbewegung des Papiers, Erwärmung der Luft, Berührung derselben mit dem Papiere und um ihre Entfernung, nachdem sie sich mit Wasser gesättigt. — Was zunächst die Erwärmung der Luft anbetrifft, so erfolgt sie wohl stets nur in der Weise, daß man die atmosphärische Luft an Röhren vorbeiziehen läßt, welche durch Wasserdampf so stark (30 bis 35°) erwärmt werden, daß die Luft eine Temperatur annimmt, die den Aufenthalt in dem Leimraume noch erträglich läßt. Da die erwärmte Luft vertikal aufwärts steigt, so bringt man die Dampfröhren unmittelbar über dem Fußboden unter der Leimmaschine an und führt die Luft von außen durch einen Kanal unter den Röhren ein.

Die Fortbewegung des Papiers durch die Trockenregion muß nach dem Grundsatze erfolgen, daß von dem Papiere so viel Fläche als irgend möglich der Luft ausgesetzt wird, weil nur dadurch ein langsames und doch genügendes Trocknen zu erreichen ist. Aus dem Grunde sind geschlossene zylindrische Trommeln unzweckmäßig, weil sie stets eine Seite des Papiers der Luft entziehen. Um andererseits die bequeme Art der Fortbewegung, welche drehende Trommeln darbieten, beizubehalten, liegt es nahe, statt dieser einfache Lattentrommeln (Haspel) in Anwendung zu bringen, welche nur kleine Auflageflächen in Anspruch nehmen und somit beide Papierseiten der Luft gleichzeitig darbieten. Da die Gesammtfläche, welche mit der Luft in Berührung kommt, gleich ist der Haspelfläche, multiplizirt mit der Anzahl der Haspel, so erklärt es sich, daß die letztere sehr groß sein muß, wenn das Trocknen langsam vor sich gehen soll, weil man den Haspeldurchmesser nicht über 1,4 m, gewöhnlich nur 1 m groß nimmt. Die kleinste Zahl der Haspel ist etwa 35, die größte soll mit 200 noch nicht erreicht sein. — Zur Unterbringung dieser großen Zahl ordnet man sie in drei, mitunter in vier Reihen über einander und der Uebersicht und der Bedienung wegen in Gruppen zu je 12 Stück an. — Haben die Haspel 1 m Durchmesser, so kann man mit Einschluß der Zwischenräume auf einen Haspel etwa 3 m Papier rechnen. Bei 35 Haspeln befindet sich daher eine Länge von $3 \times 35 = 105$ m in der Trockenregion. — Um die Zeit zu bemessen, während welcher das Papier der austrocknenden Luft ausgesetzt ist, hat man nur die Länge durch

die Geschwindigkeit des Papiers zu dividiren; ist letztere z. B. 25 m in der Minute, so beträgt die Trockenzeit fast genau vier Minuten. In dieser Zeit muß aber eine solche Menge Wasser verdampft werden, daß man nur bei dünnen Papieren von langsamem Trocknen sprechen kann; zum Trocknen dickerer Papiere ist daher entweder die Geschwindigkeit zu vermindern oder die Anzahl der Haspel zu vermehren. Da ersteres die Produktion zu sehr verringert, so zieht man letzteres vor und vermehrt die Zahl der Haspel selbst bis auf 300.

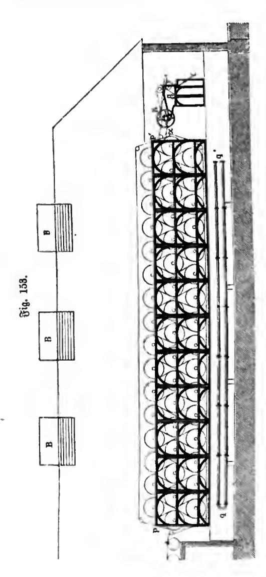


Fig. 153.

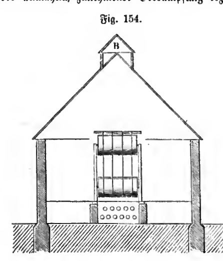
Den größten Einfluß auf die Verdampfung hat jedoch der Luftwechsel, der es auch ermöglicht, in kurzer Zeit, ohne besonders hohe Temperatur, also ohne die bei hoher Temperatur entstehenden Nachtheile, das Papier zu trocknen, indem dem letzteren die Feuchtigkeit gewissermaßen weggesogen wird. Wenn man außerdem durch eine allmählich sich steigernde Geschwindigkeit der fortbewegten Luft, d. h. bei Eintritt des Papiers in den Trockenraum leicht ein geringes und vor dem Austritte aus demselben ein starkes Verdampfen, sowie überhaupt eine sehr sorgfältige Regelung des Trocknens hervorbringen kann, so gewinnt der zum Luftwechsel angeordnete Apparat eine hohe Wichtigkeit im Mechanismus der Leimmaschine.

Da nun obige Bedingungen sämmtlich durch Anbringung eines Flügelventilators erfüllt werden können, so besteht der Luftwechselapparat vielfach aus

drehenden Flügeln, welche theils der Raumersparung, theils, um an beiden Papierflächen thunlichst gleiche Luftbewegung zu erzielen, am einfachsten in die Haspel gelegt werden, welche dadurch die Seite 358 ausführlich beschriebene Einrichtung erhalten.

Die Größe des Luftwechsels hängt hier wesentlich ab von der Drehgeschwindigkeit der Flügel, so daß man durch geringe Umdrehzahl in den ersten und durch große Umdrehzahl in den letzten Haspeln zu Beginn eine kleine, dann aber allmählich zunehmende Verdampfung erzielt. Man ertheilt deshalb den Flügeln zweckmäßig gruppenweise andere Geschwindigkeiten, die sich im Uebrigen nach verschiedenen Umständen, besonders der Papierdicke, Luftfeuchtigkeit, Temperatur ꝛc. richten und eine Antriebsvorrichtung bedingen, welche großen Wechsel in den Umdrehzahlen zuläßt. Sehr einfach gestaltet sich dieser Antrieb, wenn man Schnurtrieb verwendet, weil hier die Touren sich regeln lassen durch Riemenkegel auf der Hauptwelle, durch die Größe der Schnurrollen auf den Flügelachsen und durch die Spannung der Schnur vermittelst Spannrollen. Bei drei Gruppen kann man als größte Umdrehzahl im Allgemeinen und im Mittel pro Minute annehmen: 100 für die erste, 150 für die zweite und 250 für die dritte Gruppe.

Fig. 154.



Die Anlage einer Trockenmaschine mit 49 Haspeln in drei Reihen über einander geht aus dem Längen- und Querschnitte (Fig. 153 u. 154) hervor. Das von dem Leimapparate Fig. 153 kommende, gehörig ausgepreßte Papier tritt, über die Leitwalzen h geführt, bei p auf die Lattentrommeln, um welche es von endlosen Filzstreifen gehalten und geleitet wird, bis es bei p^1 dieselben verläßt, um von dem Rollapparate bei R aufgerollt zu werden. Zur Erwärmung der Luft dient das unter den Trommeln liegende System von Dampfröhren $q q^1$, während zum Abzuge der mit Wasser gesättigten Luft drei Schlote $B B B$ angebracht sind.

Aus der obigen Beschreibung der Haspeltrockenmaschine geht zur Genüge hervor, daß dieselbe und mit ihr die ganze Leimmaschine nicht geeignet ist, in die Papiermaschine eingeschaltet zu werden, weshalb denn auch wohl Papiermaschinen mit der Vorrichtung zum Nachleimen mit thierischem Leim kaum vorkommen.

Die Schwerfälligkeit, welche der genannten Leimmaschine nicht abgesprochen werden kann, wenn man die Instandhaltung der Führungsfilze, den Antrieb der

großen Zahl von Trommeln und Haspeln ꝛc. ins Auge faßt, ist zum Theil die Ursache, weshalb man verhältnißmäßig wenig die vortheilhafte Gelatinenachleimung des Maschinenpapiers zur Anwendung bringt. In neuester Zeit vollzieht sich hier jedoch ein sehr beachtenswerther Umschwung, nachdem man gefunden hat, daß die in der Buntpapierfabrikation schon länger bewährten Aufhängetrockenmaschinen sich ohne Nachtheil für das geleimte Papier, d. h. ohne Hinterlassung von Lattenstreifen ꝛc., anwenden lassen. Da dieser Apparat viel einfacher einzurichten und zu behandeln ist, so steht zu erwarten, daß er in Zukunft an die Stelle der Haspeltrockner treten und die Nachleimung wesentlich erleichtern wird. — Bezüglich seiner Einrichtung findet sich Ausführliches in dem Abschnitt Buntpapier.

Vierter Abschnitt.

Fabrikation der Pappen.

Mit dem Namen **Pappe** (**Pappdeckel**, carton, *paste-board*) bezeichnet man Blätter aus Papiermasse, welche durchgehends erheblich dicker und steifer als Papier, in der Regel 0,5 bis 5,0 mm, mitunter 10 mm dick, für die mannigfaltigsten Verwendungen gewöhnlich in besonderen Fabriken erzeugt werden.

Die Anfertigung der Pappe beruht naturgemäß auf denselben Grundsätzen wie diejenige des Papiers und zerfällt demnach auch:

1. in die Herstellung des Stoffes,
2. in die Bildung der festen Blätter durch Schöpfen, Entwässern und Trocknen,
3. in Nacharbeiten.

Erstes Kapitel.

Herstellung des Stoffes.

In Bezug auf die Herstellung des Stoffes ist zunächst zu bemerken, daß im Allgemeinen die Gebrauchszwecke der Pappen weder die sorgfältige Auswahl noch die umständliche Behandlung der Materialien fordern, welche für die Fabrikation des Papiers nothwendig ist, da ein sehr großer Theil der Pappe für den späteren Gebrauch einen besonderen Ueberzug von anderem, namentlich buntem Papier, Kaliko und dergl. erhält (Buchdeckel, Kartonnagearbeiten &c.) und ein anderer großer Theil eine Verwendung findet, bei der das äußere Ansehen nicht wesentlich in Betracht kommt (Verpacken &c.). Nur in einzelnen Fällen, bei den feinen Pappen zur Fabrikation von Spielkarten, bei den Bilderkartons zum Aufziehen von Bildern, zum Bemalen und ähnlichem Zweck ist auf die Auswahl und Vorbereitung der Fasern dieselbe Aufmerksamkeit zu verwenden, wie

bei der Anfertigung von Papier, weshalb zu diesen Pappen gewöhnlicher Halbstoff verarbeitet wird.

Für die gebräuchlichsten Pappen genügt eine Fasermasse, welche der Hauptsache nach aus solchem Materiale gewonnen wird, das sich für die Papierfabrikation entweder gar nicht eignet (z. B. die wollenen und seidenen Hadern), oder höchst langwierige Vorbereitungsarbeiten verlangt (z. B. die groben Taue, Stricke, Säcke u. dergl.), oder das den Ersatzstoffen zugezählt wird (Holzfaser, Strohstoff, namentlich auch altes Papier, Lederabfall u. dergl.). — Dem entsprechend kann man auch bei der Gewinnung der Fasern in der Regel auf das Kochen und Bleichen um so mehr verzichten, als für die ordinären weißen Pappen in dem Holzschliff und Holzzellstoff ein Material gegeben ist, das allen Anforderungen nach dieser Richtung hin genügt, da man dessen weiße Farbe durch einen Zusatz von Gyps, Kreide, Pfeifenthon ꝛc. außerdem noch beliebig erhöhen kann.

Die Gewinnung der Fasern aus Hadern für den Zweck der Pappenfabrikation beschränkt sich daher durchschnittlich auf ein oberflächliches Sortiren, das Waschen in der Waschtrommel (S. 54), das Zerschneiden oder Zerhacken auf Schneid- oder Hackmaschinen (S. 42 u. f.) und das Verfeinern im Holländer oder Stampfwerk, bis höchstens auf die Feinheit des Halbzeuges. — Sind die hier in Betracht kommenden Hadern nicht stark mit losem Schmutze oder anhängenden harten Theilen (Nägeln, Knöpfen ꝛc.) verunreinigt, so kann sogar das Waschen unterlassen und sofort mit der Zerfeinerung begonnen werden, wenn die Holländer genügend große Sand- und Nägelfänge besitzen. — Da sich letztere bei den Zentrifugalholländern (S. 173) nur schwierig anbringen lassen, so erscheint es fraglich, ob dieses Mahlsystem für die Pappenfabrikation Empfehlung verdient, weil es ein sorgfältiges Reinigen und in Folge dessen ein weitergehendes Zertheilen der Hadern voraussetzt, als gewöhnlich dem Mahlen im Holländer voranzugehen pflegt.

Um solchen Pappen, welche ihrer Bestimmung gemäß große Festigkeit und Zähigkeit besitzen müssen (z. B. Preßspänen, Füllungspappen) diese Eigenschaften zu verleihen, sucht man in der Fasermasse möglichst viele, lange Fasern zu erhalten, indem man nicht nur langfaseriges Material (Taue, Stricke aus Hanf, Jute u. dergl.) verwendet, sondern dasselbe auch auf Stampfwerken zerkleinert. Insbesondere empfiehlt sich für diese Vorbereitungsarbeit das Stampfwerk von Henseling (S. 93).

Die bedeutendste Menge Pappe wird in neuerer Zeit aus Holzfasern und Strohfasern erzeugt und zwar die Holzpappe (carton de bois, *wood-board*) aus (vorzugsweise braunem) Holzschliff oder Holzsulfitzellstoff, seltener aus Natronzellstoff, und die Strohpappe (carton de paille, *straw-board*) aus dem durch Kochen mit Natron oder Kalk (S. 217) gewonnenen Strohstoff. Oft werden diese Fasermassen ohne jede andere Zuthat verarbeitet, für feste Pappen aber mit langfaserigem Zeug, in anderen Fällen zur Erschwerung mit Füllstoffen (S. 231) bis 25 Proz. versehen.

Da die Materialien weder gekocht noch gebleicht werden, so erscheinen die Pappen durchgehends in der Farbe dieser Materialien grau, gelb und weißlich; oft jedoch erhalten sie auch Farben zugemischt und zwar dann gewöhnlich Erd-

farben, oder die sehr ausgiebigen Anilinfarben mit Thon als Lackfarben. Die feinen Kartons werden nach den S. 245 entwickelten Färberegeln gefärbt.

Die Zubereitung des Zeuges besteht also entweder nur in einer Auflösung (z. B. des in Stücken vorliegenden Holzschliffes) oder in einer Mischung (S. 227) der Fasern vielfach in Verbindung mit einer Färbung; dahingegen wird eine Leimung sehr selten vorgenommen.

Zweites Kapitel.

Anfertigung der Handpappe.

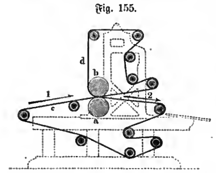
Die Anfertigung der Pappe kann auf dreierlei Weise erfolgen, nämlich dadurch:

1. daß man von dem gehörig zubereiteten Stoffe so viel auf die Form bringt, daß nach Ablauf des Wassers ein Blatt von gehöriger Dicke zurückbleibt,
2. daß man mit der Form Blätter von gewöhnlicher Papierdicke herstellt und diese sofort nach der Bildung auf einander legt und durch Pressen vereinigt,
3. daß man fertiges Papier bogen- oder rollenweise auf einander klebt.

I. Geformte Pappe.

Nach der ersten Methode wird die sog. geformte Pappe (carton du moulage, *mill board*) größtentheils mit Handformen (S. 282) hergestellt, welche sich von den gewöhnlichen Formen nur durch ein gröberes Sieb und durch sehr hohe Deckel unterscheiden. Um beim Schöpfen dieser dicken Blätter nicht zu viel Wasser heben zu brauchen, was die Arbeiter sehr ermüden würde, läßt man dem Stoffe eine möglichst dicke Konsistenz, und um das Ablaufen des Wassers zu befördern, wählt man einen mageren Stoff. Die Folge davon ist aber, daß die Verfilzung der Fasern eine höchst ungenügende bleibt und daß das gewonnene Produkt weder eine gleichförmige Dicke, noch eine besondere Festigkeit, noch eine ansehnliche Glätte und Oberflächenbeschaffenheit erhalten kann. Aus diesem Grunde beschränkt sich dieses

Fig. 155.



Verfahren auch auf die Fabrikation der ordinärsten Pappen und kommt, da es nebenbei als Handarbeit kostspielig wird, immer mehr und mehr in Abnahme.

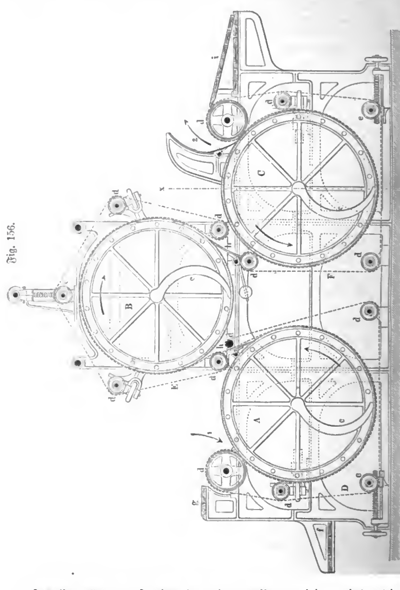


Fig. 156.

Das Entwässern und Trocknen der geformten Pappe erfolgt nach der bei Handpapier gebräuchlichen Methode (S. 281) in der Weise daß die Pappbogen

auf Filz gekautscht, dann erst im Filz, darauf ohne Filz in Schraubenpressen gepreßt und endlich zum Trocknen aufgehängt werden. Weil die Pappen zum Aufhängen auf die Schnüre nicht wie Papierbogen in der Mitte zusammengelegt werden können, so dienen dazu eiserne Häkchen oder hölzerne Klammern. — Nach dem Trocknen folgt als Nacharbeit gewöhnlich nur ein Pressen in Stößen, sehr oft auch jedoch ein Satiniren in einem gußeisernen Walzenkalander.

Weil zum Trocknen der Pappen eine große Menge Wasser verdampft werden muß, so nimmt diese Operation viel Zeit und große Räume in Anspruch

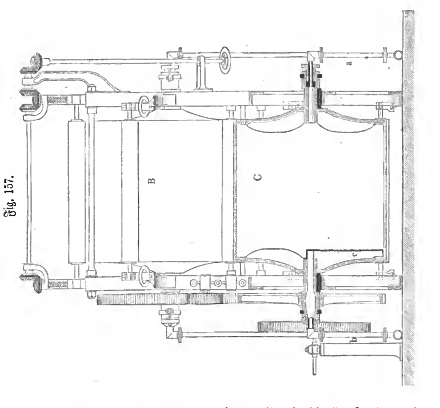


Fig. 157.

weshalb es in den meisten Fällen vortheilhafter ist, ein schnelles Trocknen auf Trockenapparaten herbeizuführen, welche durch starke Erwärmung der Pappe das Verdunsten des Wassers bewirken. Unter diesen Pappentrockenapparaten verdient derjenige von Strobel in Chemnitz in erster Linie genannt zu werden, weil er sich durch große Einfachheit und äußerst leichten Betrieb auszeichnet und vielfach sich bewährt hat. Derselbe besteht der Hauptsache nach aus einem hohlen, drehbaren, geschliffenen Eisenzylinder von 1,57 m Durchmesser und je nach Bedürfniß von 1,75 bis 2,5 m Arbeitsbreite, dem um zwei horizontale

Zapfen eine Drehung ertheilt und durch einen hohlen Zapfen heißer Wasserdampf zugeführt wird, dessen Spannung durch ein Manometer gemessen und ein Sicherheitsventil begrenzt wird. Mit Ausnahme einer kleinen Lücke ist der Zylinder mit einem endlosen Filze umgeben, der durch Preßwalzen mit Hebeldruckvorrichtung fest an die Trommel angepreßt, im Uebrigen durch Leitwalzen geführt und vermittelst Spannwalzen (S. 368) gespannt wird. Durch die genannte Lücke gelangt die Papptafel zwischen Filz und Trommel, bewegt sich mit dieser, um aus derselben Lücke unter der Eintrittsstelle den Apparat wieder und zwar getrocknet zu verlassen. Da die Pappe während des Trocknens durch den Filz fest an die Trommel gedrückt wird, so erlangt sie zugleich eine glatte, von Runzeln ꝛc. freie Oberfläche. Bei einer Bedienung von nur einer Person trocknet dieser Apparat je nach dem Wassergehalte und Dicke der Pappen in 24 Stunden 300 bis 800 kg.

Aus den S. 341 angegebenen Gründen wird das Austrocknen der Pappen ebenfalls bedeutend durch ein vorhergegangenes, möglichst kräftiges Auspressen unterstützt, weshalb auch hier um so mehr ein Naßpressen zwischen Walzen angebracht ist, als die Pappen zugleich durch Pressung an Dichtigkeit und Härte zunehmen. Eine sehr wirksame Presse für diesen Zweck ist in Fig. 155 (a. S. 409) schematisch dargestellt. Die gußeiserne Unterwalze *a* von 300 mm Durchmesser und 1,1 m Länge wird von einer Antriebswelle mit einer Geschwindigkeit von acht Umdrehungen pro Minute umgetrieben und nimmt die Oberwalze *b* mit, deren Zapfenlager in vertikalen Gestellschlitzen geführt werden. Zwischen beiden Walzen passiren zwei endlose Filze *c* und *d*, von denen der untere bei 1 das Auflegen und bei 2 das Abnehmen der nassen Pappe ermöglicht und deren Führung und Spannung keiner weiteren Erklärung bedarf. Das ausgepreßte Wasser läuft durch den Filz *c* in eine unter *a* angebrachte Fangrinne ab. Die Belastung der Oberwalze *b* erfolgt durch ein Hebelgewicht, so daß mit dem etwa 530 kg betragenden Eigengewichte der Walze eine Pressung bis 4000 kg und eine Entwässerung bis auf 55 Proz. Wasser leicht zu erreichen ist.

Um die bei der Anwendung eines Trockenzylinders nothwendigen mehrfachen Passagen der Pappen um den Zylinder zu umgehen, ist es für größere Betriebe von entschiedenem Vortheile, eine größere Anzahl solcher Trommeln anzubringen und dieselben so zu verbinden, daß die Pappen ohne Aufenthalt von einer auf die andere übergehen. Eine bewährte Zusammenstellung (Trockenmaschine) dieser Art von Kunze in Berthelsdorf geht aus Fig. 156 u. 157 (a. v. S.) hervor. Man erkennt zunächst die drei gußeisernen Trommeln *A*, *B*, *C*, von je 1,2 m Durchmesser und 1,1 m Länge (korrespondirend mit der Länge der obigen Preßwalzen), welche sich in der Pfeilrichtung durch Stirnräder etwa 1,3 bis 1,4 mal in der Minute drehen. Die Heizung derselben erfolgt durch Dampf, welcher an einer Seite durch das Rohr *a* zu- und an der anderen Seite durch das Rohr *b* abgeleitet wird, dem zugleich der Schöpfer *c* das im Inneren der Walzen durch Kondensation gebildete Wasser zuführt. Die Anpressung der Pappen geschieht hier in höchst empfehlenswerther Weise nicht durch Filze, sondern durch drei endlose Drahtgewebe *D*, *E*, *F* (von 0,5 mm Drahtdicke und 1,5 mm Maschenweite), welche vermittelst Leitwalzen *d* und je einer Spannwalze *e* so

geführt werden, daß sie 70 Proz. der Trommeloberfläche bedecken. Die Pappen gelangen von dem Einlegetische *g* durch eine auf dem Trittbrette *f* stehende Arbeiterin bei 1 zwischen die Trommel *A* und das Drahtgewebe *D*, dann mit Hülfe des Streichbleches *h* zwischen *B* und *E* und endlich auf gleiche Weise zwischen *C* und *F*, und dann bei 2 mit Hülfe eines gebogenen Streichbleches über eine Leitwalze auf den Ablegetisch *i*, wo sie sich zu einem Stoße anhäufen. Von *i* nach *g* führt auf der einen Seite des Maschinengestelles ein Schienengleis, auf welchem vermittelst eines kleinen Wagens die Pappen nach dem Einlegetische zurückgebracht werden, wenn zum vollständigen Trocknen bei starken Pappen ein nochmaliger Durchgang erforderlich ist. — Man erkennt aus der Art der Pappenführung, daß beide Seiten mit den Trommeloberflächen in Berührung kommen und daß die Anwendung eines Drahtgewebes statt der Filze ein viel schnelleres Entweichen des Wassers gestattet, und zugleich ein Schiefziehen der Pappen kräftigst verhindert. Nach Versuchen von Hartig (Civilingenieur 1877, **23**, 543) liefert diese Maschine folgende Resultate: Von dünnen Pappen aus Hadernstoff, Format 98 × 71 cm, 250 Stück trocken auf 50 kg, trocknet die Maschine 88,4 kg in der Stunde; von mittelstarken Pappen, Format 98 × 71 cm und 125 Stück auf 50 kg, trocknet sie bei zwei Passagen 83,4 kg in der Stunde, und von starken Pappen, Format 98 × 71 cm und 73 Stück auf 50 kg, trocknet sie, ebenfalls bei zwei Passagen, 79,2 kg. Im ersten Falle betrug die Heiztemperatur 124, im zweiten 122 bezw. 125, im dritten Falle 134 bezw. 133° C.

Außer den beschriebenen Trockeneinrichtungen, denen die, wohl stets zu bevorzugende, drehende Trockentrommel zur Grundlage dient, sind im Laufe der letzten Jahre noch eine Anzahl Trockenapparate in Vorschlag gebracht, die zum Theil auf anderen Prinzipien beruhen. — Die Sächsische Maschinenfabrik in Chemnitz richtet zum Trocknen der Pappen (D. R.-P. Nr. 3389 und 3201) Kammern ein, die mit Heizröhren geheizt und mit Windflügeln zum Luftwechsel, sowie mit Drahtseilen ohne Ende versehen werden, die sich durch die Kammern bewegen und dabei die daran gehängten Pappen mitnehmen. — Die Trockenmaschine von Nagelschmidt in Birkesdorf beruht auf dem Prinzipe der Trockenschränke und besteht demnach aus einer geheizten Trockenkammer in Verbindung mit einem Exhaustor und einem Wagen, der mit den Pappen in die Kammer geschoben wird. — Bei der Anordnung von Goetjes und Schulze in Bautzen (D. R.-P. Nr. 23 185) werden die Papptafeln zur Verhinderung des Schiefziehens zwischen zwei gegen einander gepreßten, endlosen Metallgeweben durch eine geheizte Kammer geführt. — Seidler in Schweinfurt heizt (D. R.-P. Nr. 20 852) die Trommeln zur Vermeidung von Explosionsgefahr mit erhitzter Luft. — Die Trockenmaschine von Fröbel in Konstantinhütte (D. R.-P. Nr. 18 874) liefert die Pappen satinirt ab, indem diese während des Durchganges durch eine geheizte Kammer vermittelst Filze an drehende Trommeln angepreßt werden. — Rullmann in Zittau hat (D. R.-P. Nr. 28 393) die Zentrifugalmaschine (S. 133) dadurch zum Trocknen der Pappen eingerichtet, daß er warme Luft in den Korb eintreten läßt, die, mit Wasser gesättigt, schnell abzieht.

II. Gekautschte Pappe.

Es wurde schon oben hervorgehoben, daß die Erzeugung dicker Pappen von guter Beschaffenheit nach der ersten Methode besondere Schwierigkeiten darbietet, weil die hierzu erforderliche konsistentere Fasermasse sich nicht regelmäßig und fest lagert. Da diese Schwierigkeiten beim Schöpfen dünner Blätter nicht auftreten, letztere vielmehr mit großer Regelmäßigkeit hergestellt werden können, so liegt es nahe, zur Erzeugung der besseren Pappen in der Weise zu verfahren, daß man frisch geschöpfte Blätter vor dem Pressen auf einander legt und durch Pressen vereinigt, nachdem die Erfahrung gelehrt, daß solche nasse Blätter ohne weitere Mittel vollkommen zusammenhalten, wenn sie nach der Vereinigung genügend stark und lange gepreßt werden. Aus dem Grunde wird auch der größte Theil der Pappen nach diesem Prinzipe angefertigt und gekautschte Pappe (carton couché, *coutched board*) genannt, weil die Anfertigung derselben mit dem Kautschen (S. 285) verwandt ist. — Man nimmt naturgemäß zu dieser Pappe nicht nur bessere Grundstoffe, in der Regel Hadern vermischt mit gut aufgelöstem Papierabfalle, sowie Fasern aus Ersatzstoffen und mit Vorliebe Abfälle der Spinnereien (Baumwollabgang aus dem Wolfe, der Schlagmaschine, Flachs- und Hanfabgang von den Kratzen 2c.), sondern man ertheilt ihr auch in der Regel eine höhere Appretur. Außerdem sortirt man die zur Verwendung kommenden Materialien nach der Farbe, um der Pappe entweder ohne oder mit weiteren Färbemitteln und Füllstoffen eine ausgesprochene (graue, braune, blaue, rothe 2c.) Farbe zu geben.

Zur genügenden Feinheit durch Mahlen oder Stampfen gebracht und durch Mischen 2c. verarbeitet, wird der Stoff mit gerippten Formen zu Bogen geschöpft, welche nun je nach der gewünschten Dicke der Pappe in passender Zahl auf einander gebracht werden und zwar in möglichst nassem Zustande. — Hierbei kann man zwei verschiedene Wege einschlagen. Entweder kautscht man den ersten Bogen auf den Filz und darauf von den Formen nach und nach Bogen auf Bogen, bis die gehörige Zahl aufgekautscht ist. Diese Lage wird mit einem Filz bedeckt und in derselben Weise fortgefahren, bis eine von der Dicke der Pappen abhängige Zahl aufgestapelt und damit zum Pressen vorbereitet ist. — Oder der Schöpfer übergiebt dem Kautscher eine gefüllte Form, welche letzterer in der Hand behält, bis ersterer einen neuen Bogen geschöpft hat. Dann legt der Kautscher die erste Form mit dem Bogen auf die frisch gefüllte zweite und drückt beide Formen auf einander, worauf nach dem Wiederaufheben der ersten Form der verdoppelte Bogen auf der unteren liegen bleibt, die nun vom Kautscher hingenommen, in gleicher Weise auf den dritten, frisch geschöpften Bogen abgelegt wird. Nachdem auf solche Weise die gehörige Zahl auf-einander gebracht ist, kautscht man das Ganze auf einen Filz, bedeckt es mit einem weiteren Filze, bis ebenfalls ein Pauscht gebildet ist, der unter die Presse gelangt. Indem bei diesem zweiten Verfahren in Folge des Ablegens der einzelnen Bogen auf

dem Formsiebe unter gleichzeitigem Andrücken nicht nur eine sehr innige Berührung, sondern auch eine erheblich größere Entwässerung vor sich geht, als bei der ersten Art des Aufkautschens, so ist diese zweite Methode der ersteren vorzuziehen und demnach auch häufiger in Anwendung.

Die Weiterbehandlung der gekautschten Pappen stimmt wesentlich mit derjenigen der geformten überein und besteht im Pressen, Trocknen und Kalandern. — Manche Pappen dieser Gattung erhalten übrigens einen sehr hohen Glanz in der Glättmaschine (S. 293), oft nachdem man sie auf der Oberfläche mit einem dünnen Stärkekleister überstrichen hat, dem während des Kochens etwas Kern- oder Wachsseife zugesetzt ist. Zu dieser Gattung (Glanzpappe) gehören unter Anderen die sog. Preßspäne zum Pressen des Tuches, welche ihrer Bestimmung gemäß nicht nur einen hohen Glanz, sondern auch eine sehr große Härte besitzen müssen. Um beides zu erreichen, erhält der Stoff eine Leimung in der Bütte und vielfach einen mineralischen Zusatz (Thonerde, Gyps). Besonders glatt an den Oberflächen und zähe im Körper werden diese Pappen, wenn man aus zwei Bütten schöpft, wovon die eine einen feinen, die andere einen groben, langfaserigen Stoff enthält. Man formt und kautscht dann erst zwei Bogen von dem feinen Stoffe auf einander, darauf je nach der gewünschten Dicke der Pappe eine Anzahl von dem groben Stoffe und schließt wieder mit einer Decke von Bogen aus der ersten Bütte. Nach ähnlichen Grundsätzen fertigt man auch andere Pappen, z. B. zu Jacquardkarten, zu Notenblättern für Drehorgeln an, bei denen es auf große Festigkeit ankommt.

III. Geleimte Pappe.

Die feinsten Pappen entstehen offenbar, wenn man fertiges Papier in zugeschnittenen Größen oder auch bahnweise über einander schichtet und durch Klebmittel verbindet, weil auf solche Weise die größte Vollkommenheit erreicht werden kann. Da dies Verfahren andererseits das theuerste ist, so steht es auch nur zur Erzeugung der besten Pappen in Gebrauch und liefert die geleimten Pappen (carton de collage, *paste board*), welche ihre Hauptverwendung in der Anfertigung von Spielkarten, Malkartons zu Kreidezeichnungen, Wassermalereien (Isabey- oder Bristolpapier, papier Bristol, *bristol paper*, *ivory-paper*), auch vereinzelt von Preßspänen finden. Das Zusammenleimen der einzelnen Bogen erfolgt mit der Hand in der Weise, daß man die Bogen mit einem Klebmittel bestreicht, das der Hauptsache nach aus einem, mit etwas Leim vermischten Kleister besteht. Als Werkzeug bedient man sich hierbei entweder einer breiten Bürste oder eines breiten Schwammes. — Soll das Papier bahnweise zusammengeleimt werden, so werden die Bahnen von Rollen abgezogen, über Walzen geleitet, welche in ähnlicher Weise wie die Feuchtwalzen (S. 366) an die Bahnen Kleister abgeben, und dann zwischen einem mit geringem Drucke wirkenden Walzenpaare durch zu einem Querschneider geführt, um sofort in verlangte Formate zerschnitten zu werden.

Damit der Kleister gut anzieht, ist demselben genügend Zeit zu lassen, und aus diesem Grunde das Pressen der geleimten Pappen (in hydraulischen Pressen) mit der Vorsicht auszuführen, daß es anfangs mit gelinder und erst später (nach etwa 24 Stunden), unter allmählicher Drucksteigerung, mit bedeutender Kraft ausgeübt wird. Unter dem stärksten Drucke bleibt der Stoß noch über Nacht in der Presse, um endlich durch ein Satinirwerk bogenweise vollendet zu werden.

Drittes Kapitel.

Anfertigung der Pappe auf Maschinen.

Für eine große Anzahl von Verwendungszwecken (Dachpappe, Papierröhren, Papiergefäße rc.) ist es wünschenswerth, die Pappe in größeren Blättern und langen Bahnen verarbeiten zu können. Da die Anfertigung der ersteren mittelst Handformen bedeutende Schwierigkeiten macht, diejenige der letzteren unmöglich ist, während sie auf kontinuirlich arbeitenden Maschinen leicht und sicher erreicht werden kann, so hat auch die Papiermaschine für die Pappenfabrikation einen um so größeren Wirkungskreis gewonnen, als durch Zerschneiden größerer Tafeln oder Bahnen zugleich die kleineren Tafeln erzeugt werden können.

Im Allgemeinen gelten für die Anordnung der Pappenmaschine naturgemäß dieselben Grundsätze, wie für die Konstruktion der Papiermaschine. Weil man aber einerseits nur in den seltensten Fällen an die Gleichmäßigkeit des Fabrikates so hohe Ansprüche stellt, als beim Papier, und andererseits die Erzeugung der Pappe mit weniger Gefahr für das Zerreißen u. s. w. verbunden ist, da die Pappe immer eine bedeutend größere Dicke und außerdem eine schwammartige, zum Nachgeben geeignete Beschaffenheit besitzt, so können die ebenfalls aus einer Naß- und einer Trockenpartie bestehenden Maschinen durchgehends einfacher eingerichtet sein.

Nur in vereinzelten Fällen ist man genöthigt, von der Langsiebmaschine Gebrauch zu machen; fast ausschließlich wird auf die Rüttelung verzichtet, und die durch ihre Einfachheit ausgezeichnete Zylindermaschine für die Pappenfabrikation benutzt. — Da nun die Erzeugung der Pappen vollständig übereinstimmt mit jenem S. 177 erläuterten Verfahren zur Entwässerung des Holzschliffes, so kann die dort in Fig. 67 im Längsschnitte dargestellte und ausführlich beschriebene Zylindermaschine als Typus einer Pappenschöpfmaschine gelten, wenn an derselben an Stelle des Aufgußkästchens *A* ein Knotenfänger und daneben ein Regulator in der Gestalt eines Schöpfrades angebracht wird. — Außerdem wird die obere Preßwalze *H* durch eine größere sog. Formatwalze ohne Schaber ersetzt, wenn die Maschine die Pappen bogenweise abliefern soll. — In diesem Falle erhält die gewöhnlich hölzerne Walze *H* etwa 500 mm Durchmesser und zwei einander gegenüberliegende Längsnuthen, welche mit Messingleisten ausgefüttert sind. Statt nun die von dem Zylinder *C* gebildete Pappe aus dem

Walzenpaare hinauszuführen, läßt man sie auf die Oberwalze *H* und dort lagenweise über einander laufen, bis die gewünschte Pappendicke erreicht ist. Dann fährt ein Arbeiter zum Aufschneiden des Pappenmantels mit einem Messer durch die beiden Nuthen und nimmt die durch Kautschen gebildeten zwei Pappen von der Größe des halben Walzenumfanges zur weiteren Behandlung in der Presse, zum Trocknen ꝛc. ab. Man gewinnt auf diese Weise eine sehr regelmäßige, feste Pappe, da sie in dünnen Lagen geschöpft und über einander gekautscht, und in Folge dessen ein vollständiger Ausgleich der Unregelmäßigkeiten eingetreten ist.

Zur Erzeugung langer Bahnen ist mit dieser Maschine außer einer Naßpresse noch ein Trockenapparat zu verbinden, der, wie bei der Langsiebmaschine, aus Trockentrommeln gebildet wird, aber wegen des schwierigen Trocknens eine große Zahl Trommeln enthalten muß, wenn die Pappe nicht sehr dünn ist. — Um mit diesen Maschinen ebenfalls den oben erwähnten Vortheil des Kautschens zu erreichen, läßt man mehrere Bahnen von ebenso viel Zylindersieben (S. 392), welche in Bütten liegen, gemeinschaftlich unter die Preßwalzen und von hier weiter durch die Naßpressen und Trockenpartie laufen, wobei sie sich vollständig durch Kautschen verbinden. — Auf diesem Prinzipe beruht unter Anderem eine Pappenmaschine von Kaufmann in Hohleborn (D. R.-P. Nr. 4144), eine Verbindung mehrerer Maschinen, deren Zahl sich nach der Pappendicke richtet, indem jede Maschine ein oder zwei Siebzylinder mit besonderem Naßfilz besitzt, die beliebig aus- und eingeschaltet werden können. Eine solche Maschine mit vier Zylindern in drei Gruppen ist in Dingl. pol. Journ. 237, 447 skizzirt. — Bei den Pappenmaschinen kommt es mitunter vor, daß die Bahnen sich nicht genügend vereinigen, sondern blasige Stellen lassen; da dieser Mangel gewöhnlich von einer ungenügenden Nässe der Bahnen herrührt, die zu viel Wasser an die Filze abgeben und in Folge dessen an einer Seite trockener werden, so bringt man zweckmäßig noch besondere Feuchtwalzen zum Nässen der geschöpften Pappe an (Dingl. pol. Journ. 237, 494). — Ein eigenthümlicher Vorschlag zur Erzeugung dicker, ordinärer, endloser Pappen rührt von Bredt in Barmen (D. R.-P. Nr. 14706) her und besteht dem Wesen nach aus zwei über Walzen laufenden, horizontalen, endlosen Siebtüchern, die in einem der Pappendicke entsprechenden, allmählich sich verengenden Abstande von einander stehen, sich gleichmäßig nach einer Richtung bewegen und seitwärts abgeschlossen sind, so daß sie einen breiten, viereckigen Trichter mit zwei beweglichen Längsseiten bilden. Indem nun das weitere Ende dieses Trichters mittelst eines Kanales ununterbrochen Zeug aus einer Bütte aufnimmt, gleichzeitig fortschiebt und in Folge der Druckzunahme entwässert, tritt die Pappe aus dem anderen, engeren Ende fertig heraus.

Fünfter Abschnitt.

Fabrikation der Buntpapiere, der Tapeten und des Pergamentpapiers.

Erstes Kapitel.

Fabrikation der Buntpapiere.

Unter Buntpapier (papier de couleur, *stained paper*) versteht man ein Papier, welches auf einer oder (seltener) auf beiden Seiten mit einem farbigen Ueberzuge versehen ist, der entweder einfarbig oder mehrfarbig, schlicht oder gemustert sein kann, so daß man zweckmäßig die Buntpapiere um so mehr in die zwei Klassen der schlichten und der gemusterten theilt, als auch die Herstellung derselben sehr verschiedene Mittel und Arbeiten verlangt.

Die Zeit der Erfindung des Buntpapiers läßt sich deshalb schwierig bestimmen, weil voraussichtlich der allgemeinen Verwendung desselben ein gar nicht berichteter oder bekannt gewordener Gebrauch vorangeht. — Die Vorläufer für die Buntpapiere bilden ohne Frage jene kolorirten Holzschnitte, welche schon vor dem 16. Jahrhundert zur Verzierung von Kästchen, Schachteln und Bücherumschlägen (Deckeln) vielfach benutzt wurden. Da solche Bilder jedoch nur bestimmt abgemessene Größen erhalten können, nach welchen sich wieder die Dimensionen der damit bekleideten Gegenstände richten müssen, so war ihre Verwendung jedenfalls sehr beschränkt. Unabhängig von diesen Verhältnissen konnte man erst werden, nachdem man anfing, das Papier mit kleineren Mustern in häufiger Wiederholung zu bedrucken, weil hierdurch verzierte Flächen gebildet werden, welche sich sowohl zum Ueberziehen kleiner als großer Gegenstände eignen. — Das erste auf diese Weise hergestellte Papier findet Anwendung in der Mitte des 16. Jahrhunderts (1550 bis 1570), wie mehrere Kästchen und Schachteln im Germanischen Museum zu Nürnberg beweisen. Das Muster dieses ältesten Buntpapiers besteht aus sog. Multiplikationsornamenten, denen das im Mittelalter viel gebräuchliche Liliennotiv zu Grunde liegt. Die Farben sind ab-

wechselnd Roth auf Schwarz und Schwarz auf Roth. — Als die zweitältesten Buntpapiere erscheinen die Marmorpapiere, wie an einem Stammbuche zu sehen ist, welches sich in demselben Museum befindet und Einträge aus den Jahren 1579 bis 1617 enthält. Unter den 277 Blättern dieses Stammbuches sind 39 zum Theil auf beiden Seiten marmorirt und zwar in sehr verschiedenen Manieren, mit rothen, blauen, braunen und grauen Farben.

Das älteste einfarbige Buntpapier, welches bekannt ist, befindet sich ebenfalls im Germanischen Museum zu Nürnberg. Es zeigt handschriftlich die Jahreszahl 1666, ist von braunrother Farbe und läßt an der strichigen Fläche die Art der Darstellung (Auftragen einer Farbeflüssigkeit mit Pinseln) deutlich erkennen. Weil aber in einem kleinen Rezeptenbuche der Nürnberger Stadtbibliothek aus dem 15. Jahrhundert bereits eine vollständige Anleitung zur Erzeugung von Buntpapier („Wie man Farb macht, aufzustreichen auf Papier") enthalten ist, so kann man um so mehr annehmen, daß einfarbiges Buntpapier bereits im 15. Jahrhundert angefertigt wurde, da sein Gebrauch zu Umschlägen von Vermächtnissen, Inventarien, Theilzetteln &c. im Anfange des 17. Jahrhunderts wenigstens schon ziemlich verbreitet gewesen zu sein scheint. — In diesem Büchlein befindet sich auch schon ein Rezept zur Anfertigung von Goldpapier.

Eine größere Ausdehnung gewann die Fabrikation von Buntpapier am Ende des 17. Jahrhunderts, wo nach Paul v. Stetten (Kunst-, Gewerbe- und Handwerksgeschichte der Reichsstadt Augsburg) das „gedruckte" Papier um diese Zeit „zum Vorschein kam". Insbesondere war in Augsburg bis Ende des vorigen Jahrhunderts die Joy'sche Fabrik in Ansehen, in welcher für das Bedrucken des Papiers eigene „Mödel" aus Holz, Kupfer- und Messingplatten angefertigt wurden.

Im Verlaufe des vorigen und zu Beginn unseres Jahrhunderts waren es wohl ausschließlich die Buchbinder, welche das Buntpapier für den eigenen Bedarf und auch für andere Zwecke (z. B. zu Tekturen in den Apotheken) herstellten. Eine auf Massenerzeugung berechnete Fabrikation als selbstständiger Industriezweig entstand jedoch 1810 in Aschaffenburg und pflanzte sich von hier nach mehreren Orten, namentlich Sachsens und Bayerns, fort, um allmählich, insbesondere in Folge der Einführung des glatten Maschinenpapiers, der Entwickelung der Farbenchemie und der Druckmechanik zu einer sehr bedeutenden Industrie anzuwachsen. —

Während die Durchtränkung des Papiers zum Zwecke des Färbens (S. 245) auf verschiedene Weise erfolgen kann, beschränkt sich die Anfertigung von Buntpapier ausschließlich darauf, daß man die Farben mit flüssigen Bindemitteln aufbringt, welche durch Festwerden Papier und Farben so mit einander vereinigen, daß unter den gewöhnlichen, mit der Verwendung des Buntpapiers zusammenhängenden Umständen ein Abtrennen der Farben nicht eintritt. Demgemäß hat sich die Buntpapierfabrikation zu befassen mit der Zubereitung der Farbstoffe und der Bindemittel, mit dem Aufbringen der Farben auf Papier, mit den Mitteln, welche das Festwerden der aufgebrachten Farben veranlassen, und mit einer Reihe von nachträglichen Vollendungsarten. Da das Festwerden

der farbigen Ueberzüge ausschließlich durch Trocknen erfolgt, so umfaßt die in Rede stehende Fabrikation:

1. die Zubereitung der Farben und der Bindemittel;
2. die Aufbringung der Farben auf Papier nebst dem Trocknen;
3. Vollendungs- und Verschönerungsarbeiten.

I. Farben und ihre Zubereitung.

A. Farben.

Die in der Buntpapierfabrikation zur Verwendung gelangenden Farben haben entweder den Zweck, dem Auge die Grundfarbe des Papiers zu entziehen, oder, auf und neben einander gesetzt, bestimmte Farbenerscheinungen hervorzubringen. Dabei kann nun die Absicht bestehen, die Farbe des Papiers oder eine aufgebrachte Farbe vollständig zu bedecken, oder es kann verlangt sein, die Grundfarben durch die später aufgetragenen Farben mehr oder weniger durchscheinen zu lassen.

Für den ersten Fall müssen die Farben im hohen Grade undurchsichtig sein, damit sie im Stande sind, selbst in sehr dünnen Schichten den gewünschten Erfolg hervorzubringen; für den zweiten Fall dahingegen sollen sie sich durch einen gewissen Grad von Durchsichtigkeit auszeichnen. — Da nun im Allgemeinen den unlöslichen Farbstoffen die Eigenschaft der Undurchsichtigkeit und der sog. Deckkraft eigenthümlich ist, während die löslichen Farbstoffe keine Deckkraft besitzen, sondern nach dem Auftragen eine durchscheinende Schicht zurücklassen, so gehören die hier in Betracht kommenden Farben beiden bezeichneten Farbengruppen an.

1. Deckfarben.

Bezüglich der ersten Gruppe, welche die Mineralfarben und zwar sowohl die natürlichen (Erdfarben) als die künstlichen mit dem Gesammtnamen Körper- oder Deckfarben umfaßt, kann hier auf das S. 253 u. f. ausführlich Erörterte um so mehr verwiesen werden, als das dort über die Erzeugung dieser Farben Erwähnte auch für den vorliegenden Zweck Gültigkeit besitzt.

2. Lasurfarben.

Die Gruppe der löslichen und somit nicht deckenden Farben, welche den Namen Lasurfarben und, mit Bindemitteln (Gummi ꝛc.) versehen, Saftfarben führen, enthält hauptsächlich Farbstoffe organischer Natur, die entweder

dem Pflanzenreiche oder dem Thierreiche direkt entstammen oder künstlich dargestellt werden, wie die Theerfarben. Auch bezüglich dieser Gruppe ist im Allgemeinen auf das Kapitel „Färben des Stoffes" (S. 245), sowie auf das Lehrbuch der Farbenfabrikation von Gentele, Braunschweig 1880, und den V. Bd. des Bolley=Birnbaum'schen Handbuches der chemischen Technologie zu verweisen. Im Besonderen sei nur hervorgehoben, daß die Lasurfarben vielfach Verwendung finden zum Färben von Weingeistfirnissen, Gelatinelösungen u. dergl., mit welchen das Buntpapier überzogen wird, aber wegen ihres Mangels an Deckvermögen direkt bei der Buntpapierfabrikation wenig Bedeutung haben.

3. Lackfarben.

Auf S. 248 ist schon hervorgehoben, daß die meisten Farbstoffe ein eigenthümliches Verhalten zu einer Reihe von Salzbasen und indifferenten Körpern zeigen, indem sie mit diesen unlösliche Verbindungen bilden und zwar zum Theil in Folge einer chemischen Vereinigung, zum Theil in Folge einer Flächenanziehung. Da nun die meisten löslichen Pigmente sich durch feurige, angenehm wirkende, reine Töne auszeichnen und somit im hohen Grade für den in Rede stehenden Zweck geeignet sind, wenn ihnen die Eigenschaften der Deckfarben verliehen werden, so benutzt man das erwähnte Verhalten derselben, indem man sie an feste Körper bindet und dadurch sowohl deckend als undurchsichtig macht.

Auf solche Weise entstehen diejenigen Farben, welche Lackfarben heißen und die Farbenskala der Deckfarben in ausgedehntem Maße durch eine große Reihe nunmehr unentbehrlich gewordener Töne erweitern.

Die Bereitung der Lackfarben, welche also darauf beruht, daß sich die in Wasser löslichen Farben mit gewissen in Wasser löslichen oder unlöslichen Substanzen zu unlöslichen Farben verbinden, ist demnach im Grunde sehr einfach und setzt zunächst nur eine passende Auswahl der Körper voraus, welche die Farben aufzunehmen bestimmt sind. Insbesondere sind es die Erden (Kalk, Thonerde, Magnesia, Infusorienerde 2c.) oder die Oxyde der Schwermetalle (Zinnoxyd, Chromoxyd, Eisenoxyd, Zinkoxyd, Kupferoxyd 2c.) und dann mehrere indifferente Körper (Stärke, Holzmehl), welche die Farben, namentlich im Entstehungszustande, begierig anziehen und daher allgemein Verwendung finden, aber je nach ihrem besonderen Verhalten ausgewählt werden müssen.

Vor Allem wird es sich darum handeln, solche Stoffe zur Grundlage zu nehmen, welche die Farbtöne am wenigsten ändern und am kräftigsten binden. Die geringste Aenderung erleiden die Farben aber durch Vermischung mit weißen Körpern, und giebt man daher den reinen Erden (welche sämmtlich weiß sind), sowie den Oxyden des Zinns und des Zinks und endlich der Stärke allgemein den Vorzug. Da unter diesen Substanzen nun die Thonerde, die Zinnoxyde und die Stärke die größte Anziehungskraft für die löslichen Pigmente besitzen, so werden die meisten Lackfarben durch Fällung mit Thonerde, Zinnoxyden und Stärke bereitet, so daß man auch wohl Thonerde=, Zinn= und Stärkelacke unterscheidet.

Das Verfahren der Lackfarbenbereitung besteht nun gemeiniglich darin, daß man zu einer Lösung des Farbstoffes, welche entweder durch Auskochen der Farbmaterialien nach S. 259 ꝛc., oder durch Auflösung in Wasser oder Spiritus (Theerfarben) gewonnen wird, erst das betreffende Salz (Alaun, schwefelsaure Thonerde, Zinnsalz) und dann eine entsprechende Menge Soda oder Pottasche, alles in Lösung, zusetzt, wodurch Thonerde oder das bald nachher in Zinnoxyd übergehende Zinnoxydul in Verbindung mit den Pigmenten ausfällt. Man läßt dem Lack genügend Zeit zum Absetzen, trennt ihn von der darüberstehenden Flüssigkeit, wäscht ihn einmal mit Wasser gut aus und trocknet ihn an der Luft, wenn man nicht vorzieht, ihn in Teigform (en pâte) zu verwenden. — Wegen der sehr unbestimmten Zusammensetzung der durch Abkochungen gewonnenen Farbebrühen lassen sich bei Anwendung dieser genaue Regeln über die Mengenverhältnisse nicht aufstellen. Im Allgemeinen ist nur zu erwähnen, daß sich auch die Farben nach der Menge der ausgefällten Basen nüanziren lassen, indem die Töne um so lichter ausfallen, je mehr Thonerde ꝛc., zugleich zum Zwecke der Mengenvermehrung, niedergeschlagen wird, und daß man vielfach nachträglich noch Kreide, Gyps, Stärke, Schwerspat u. dergl. zu demselben Zwecke zusetzt.

Ueber die Methoden der Lackfarbenbereitung aus Farbebrühen im Einzelnen sei hier noch Folgendes bemerkt:

1. Gelbe Lackfarben.

a. Aus Kreuzbeeren. — Grob zerstoßene Kreuzbeeren werden mit zehnfachem Wasser wiederholt gekocht, die Abkochungen zusammengegossen, geklärt und möglichst bald mit Alkali versetzt und dann mit Alaun oder Zinnsalzlösung gefällt, je nachdem man helle oder dunkle, ins Orange spielende Lacke hervorbringen will. Unter Zusatz von Kreide oder Stärke werden die Kreuzbeerenlacke zitronengelb.

b. Aus Querzitron. — Die Abkochung wird mit Alaun und Kreide gefällt und liefert das sog. Schüttgelb.

2. Rothe Lackfarben.

a. Aus Karmin. — Man löst Karmin in möglichst wenig Ammoniak und fällt mit Alaun. — Soll der Lack hell werden, so setzt man vor der Fällung Kaolin, Stärke oder Blanc fixe zu. — Die Karminlacke führen im Handel den Namen Florentiner Lack und haben die Form kleiner Hütchen. — Der aus den frischen Kochenilleabkochungen (S. 269) erzeugte Karminlack zeigt stets einen violetten Ton, während der aus Karminlösung gewonnene hoch feurig roth ist.

b. Aus Krapp. — Man verwendet zu den Krapplacken (Münchener Lack) am einfachsten Garanzin, das mit der zwanzigfachen Wassermenge und $^1/_4$ bis $^1/_2$ des Garanzingewichtes Alaun gekocht und nach dem Abfiltriren von der Kohle je nach dem gewünschten helleren oder dunkleren Tone mit Pottasche, Soda oder Ammoniak mit oder ohne Zinnsalz, bezw. Gyps gefällt wird. — Aus Krapp direkt gewinnt man den Lack, indem man

ihn mit glaubersalzhaltigem Wasser wäscht, durch Uebergießen mit einer kochenden, 10 prozentigen Alaunlösung auszieht und bei 35° C. mit Bleizucker fällt.

c. Aus Rothholz. — Abkochungen von Rothholz, oder Lösungen des Extraktes (S. 269) werden, nachdem sie zum Zwecke einer Oxydation längere Zeit gestanden, mit Alaun oder Zinnsalz vermischt und durch Kreide, oft unter Zusatz von Gyps, Schwerspat, Stärke, Thon 2c. gefällt. Abkochungen geben reinere Töne als Extraktlösungen. Je nach den Mischungsverhältnissen erhält man die verschiedenen Lacke, Karmoisinlack, Wienerlack, Wienerroth, Berlinerroth, Neuroth, Kugellack, unechtes Kochenilleroth, Purpurlack, Rosalack.

Die größte Zahl der Lackfarben gewinnt man jetzt aus den in unzähligen Nüanzen dargestellten Theerfarben, obwohl letztere schwieriger auf unorganischen Farbträgern zu befestigen sind. Im Allgemeinen verfährt man in der Weise, daß man erst in die wässerige oder weingeistige Lösung des Farbstoffes den weißen Farbträger (Kaolin, frisch gefällte Thonerde, Kreide, Gyps u. dergl.) einrührt und dann einen Körper zusetzt, der in Wasser oder Weingeist leichter löslich ist, als der Farbstoff, diesen daher verdrängt und auf die Träger niederschlägt, z. B. durch Zusatz von Wasser zu weingeistigen Lösungen solcher Farbstoffe, die nur in Weingeist löslich sind. Sind die Farbstoffe in heißen Flüssigkeiten in höherem Grade löslich als in kalten, so vermischt man die Farbträger mit den heißen Lösungen und läßt sie damit unter fortwährendem Umrühren erkalten; hierbei scheiden sich die gelösten Farbstoffe mit den Farbträgern aus. Fallen die Lacke nicht gesättigt genug aus, so kann man sie durch Wiederholung des Verfahrens anreichern.

Nach Springmühl (Lexikon der Farbwaarenkunde) erhält man sehr lebhafte Theerfarbenlacke, wenn man deren Lösungen zu einer mit kohlensaurem Natron (ohne Bildung eines Niederschlages) neutralisirten Lösung von schwefelsaurer Thonerde setzt und sodann mit Tannin oder Benzoësäure ausfällt.

Ein sehr geeigneter und deshalb sehr oft verwendeter Farbträger für Theerfarben ist die Pflanzenstärke, weil diese ein großes Aufnahmevermögen für Theerfarben besitzt und das einfachste Verfahren gestattet. In der Regel genügt es, Stärke mit Theerfarbenlösungen einige Tage zu digeriren (indem man die Stärke erst in Wasser anrührt und mit einer bei 50° C. gesättigten, wässerigen oder alkoholischen Farblösung mischt), dann Alaun und endlich Soda zuzusetzen. — Auch reicht es aus, fein zerriebene Stärke mit konzentrirter Farblösung in Reibschalen, Rolltrommeln 2c. zu durchtränken.

4. Metalle, Krystallfarben, Wollstaub, Holzwolle.

a. Metalle. — Der hohe haltbare Glanz einerseits und die eigenthümlichen Farben andererseits, welche eine Reihe Metalle, insbesondere Gold, Silber, Kupfer, Messing, Aluminium, Zinn, Zink, auszeichnen, haben schon früh dazu geführt, Metalle und Legirungen zum Bedecken von Papier anzuwenden, und zwar entweder in der Gestalt sehr dünner Blätter (Blattgold,

Blattsilber, Blattaluminium, Zinnfolie ꝛc.), oder in der Form sehr zarter Pulver, sog. Bronzen. Zur Gewinnung dieser Materialien wird das geeignete Metall zunächst durch Walzen in dünnes Blech verwandelt und dieses durch Stampfen in Stampfmühlen, sowie durch Schlagen mit schweren Hämmern, zuletzt in vielen, durch Pergamentblätter getrennten Lagen zu dem äußerst dünnen Blattmetalle gestreckt, das auf das Papier gelegt und durch Klebmittel festgehalten wird (Belegen). — Aus solchem dünnen Blattmetalle gewinnt man auch auf ein eigenthümliches Verfahren das Metallpulver. Nachdem nämlich das Metall durch Stampfen so dünn geschlagen ist, daß es sich pulvern läßt, reibt man dasselbe zur Herbeiführung einer Trennung der einzelnen Theilchen mit einer Lösung von Gummi arabicum oder mit Honig, Syrup, am besten mit dem für das Metall indifferenten Glyzerin zusammen und dann mit Hülfe von Drahtbürsten durch Messingsiebe hindurch, wozu vielfach Maschinen verwendet werden, die aus vertikalen, drehenden Wellen mit Tellerbürsten bestehen. Das gewonnene Metallpulver wird darauf durch Waschen mit Wasser von dem schleimigen Zusatze befreit, geschlemmt, getrocknet und unter Zumischung eines Fettes (Oel oder besser Vaselin) in Mahlgängen von der Einrichtung gewöhnlicher Mahlmühlen oder der Walzenstühle in das zarteste Pulver verwandelt, so daß diese Metallpulver stets einen, wenn auch kaum merkbaren Fettgehalt besitzen. Die Eigenschaft der Metalle, durch Erwärmung mit Farben von Hellgelb durch Roth zum tiefen Blau anzulaufen, giebt das Mittel an die Hand, die verschiedensten Bronzefarben dadurch hervorzubringen, daß man das gemahlene Pulver in drehenden Trommeln oder in eisernen Pfannen unter stetigem Umrühren erhitzt. Da zugleich der größte Theil der Bronze aus einer Kupferzinklegirung (Tombak und Messing) in dem Verhältnisse von 6 bis 10 Thln. Zink auf 94 bis 90 Thle. Kupfer (dunkelgelb), und von 17 Thln. Zink auf 83 Thle. Kupfer (hellgelb), deren Grundfarbe verschieden ist, oder aus reinem Kupfer hergestellt wird, so erklärt sich hieraus die große Farbenmannigfaltigkeit der Bronzen.

b. Krystallfarben. — Hierunter versteht man perlmutterartig glänzende, splitterige Farben, die aus Glimmer gewonnen und daher auch Glimmerbrokat, Glimmerbronze genannt werden. Man erzeugt sie auf einfache Weise, indem man den weißen Glimmer mit verdünnter Salzsäure kocht, dann mit Wasser wäscht, durch Stampfen zerkleinert, die so gewonnenen Schüppchen mittelst Siebe nach ihrer Größe sortirt und mit Farblösungen (Kochenilleabkochungen, Anilinfarben, Berlinerblau, S. 272 ꝛc.) tränkt, oder mit Anilinfarblacken färbt.

c. Wollstaub. — Dieses Material, welches dazu dient, der Papieroberfläche ein sammet- oder tuchartiges Ansehen zu verleihen, besteht aus feinen Härchen der Schafwolle, die entweder aus dem Abfalle beim Scheeren des Tuches, Tuchwolle (Scheerwolle, tontisse, *shearings*), oder auch direkt aus Wolle hergestellt werden. Zu dem Zwecke wird das Rohmaterial nach Farben sortirt, mit Seifenwasser in der Wärme gewaschen,

getrocknet, auf Kegelmühlen gemahlen, so daß ein faseriges Pulver entsteht und dieses durch Siebe oder Beutelwerke nach seiner Feinheit sortirt. Die ungefärbte Wolle wird nach Bedarf namentlich mit lichtechten Anilinfarben gefärbt, wodurch sie als Veloutirwolle (laine à velouter, *flock*) die lebhafteste Färbung erhält.

d. Holzwolle. — Statt des Wollstaubes verwendet man mitunter auch die Fasern des Holzschliffes, doch mit geringerem Erfolge, indem die Holzfaser weder den gehörigen Grad der Wolligkeit besitzt, noch sich lebhaft genug färben läßt.

B. Bindemittel.

Die Befestigung der Farben auf dem Papiere muß durch Mittel erfolgen, welche so beschaffen sind, daß sie die Farben in sehr dünnen Schichten festhalten, beim Biegen des Papiers weder brechen noch abspringen, von Feuchtigkeit möglichst wenig leiden, nicht abfärben oder die Farben verändern und dauerhaften Glanz annehmen. Ferner ist erforderlich, daß sie sich leicht in Lösungen bringen, mit den Farben mischen, ohne Schwierigkeit auftragen und in einen festen Zustand überführen lassen.

1. Thierischer Leim. — In hervorragender Weise sind obige Bedingungen bei fast allen in Wasser löslichen Klebstoffen erfüllt, da sie sich leicht mit den Farben mischen, auftragen, durch Trocknen in sehr dünnen Schichten befestigen, glätten und zum Theil auch so bereiten lassen, daß sie nach dem Trocknen von Feuchtigkeit nicht mehr angegriffen werden. Besonders eignet sich aber der thierische Leim im vorliegenden Falle als Bindemittel, weil er sich durch große Klebkraft auszeichnet, leicht zu behandeln und (S. 288) durch einen Zusatz von Alaun in Wasser unlöslich zu machen ist.

Für den in Rede stehenden Verwendungszweck wird der Leim noch vielfach, nach der S. 288 gegebenen Methode, in den Buntpapierfabriken selbst mit der Vorsicht hergestellt, daß derselbe vollkommen frei von fettigen und mineralischen Substanzen (Kalk) bleibt. Man benutzt daher zu seiner Gewinnung wo möglich nur Ledergut, da es schwierig ist, den Knochenleim vollkommen fettfrei zu erhalten. — Zum Gebrauche wird der Leim, je nach der Zartheit der zur Verwendung kommenden Farben, in der Reinheit von der farblosen Gelatine bis zu dem dunkelbraunen Tafelleime ausgewählt, erst in kaltem Wasser so lange aufgeweicht, bis alle harten Stellen verschwunden sind und der Leim vollständig zur Gallerte angequollen ist. Darauf zerläßt man diese Gallerte in einer unter der Kochhitze bleibenden Wärme, also am besten im offenen Wasserbade, bis eine klare Auflösung entstanden ist, welche zum Zwecke einer Reinigung durch ein feines Haarsieb oder durch einen Beutel aus Leinwand, Papierfilz, Flanell u. dergl. geseiht wird. Die Konzentration des nun zum Gebrauche fertigen Leimes ist verschieden zu wählen, je nach seiner Verwendung. Während zum Festhalten einer Farbe auf Papier schon eine 5 proz. Lösung, d. h. 5 kg trockener Leim in

100 kg Wasser, genügt, ist in den Fällen, wo der Ueberzug geglättet werden soll, eine 8 proz. Lösung erforderlich. Für die Hervorbringung eines hoch glänzenden sog. Gelatine- oder Glasüberzuges nimmt man sogar oft nur so viel Wasser, als der Leim nach 24stündigem Liegen in Wasser aufgesogen hat. — Für den Gebrauch ist zu bemerken, daß die 8 proz. Leimlösung bei 40° C. noch vollkommen flüssig ist, bei 35° dick wird und bei 25° erstarrt.

Um die dem Verderben ausgesetzte Leimlösung längere Zeit zu erhalten, giebt man ihr mancherlei Zusätze, deren Auswahl selbstverständlich so getroffen werden muß, daß eine Veränderung der zuzumischenden Farben ausgeschlossen ist, oder wenigstens in Betracht gezogen wird. Da Alaun am wenigsten Einfluß auf Farben ausübt und zugleich dem Leim die Eigenschaft ertheilt, einmal getrocknet, sich nur schwierig oder gar nicht mehr in Wasser zu lösen, so bekommt das Leimwasser vielfach einen Zusatz von etwa 1 Gewthl. Alaun auf 5 Gewthle. Leim. — Liegt die Absicht vor, den Leim vollständig gegen Wasseraufnahme zu schützen, so verwendet man am zweckmäßigsten einen Zusatz von essigsaurer Thonerde, da eine solche Mischung, auf Papier gestrichen, durch Dämpfen oder heißes Walzen vollkommen unlösliche Ueberzüge abgiebt. — In manchen Fällen kann man auch von der Eigenschaft des Leimes, durch doppelt chromsaures Kali unter Einwirkung des Lichtes unlöslich zu werden, Gebrauch machen, indem man zu 60 Thln. Leimlösung 1 Thl. Chromalaun zusetzt, oder die Leimschicht mit einer 5 proz. Lösung von Chromalaun überstreicht. — Endlich gewinnt man auch wasserdichte Ueberzüge dadurch, daß man einen Leimanstrich nachträglich mit einer Galläpfelabkochung (1 Thl. Galläpfel in 12 Thln. Wasser) oder einer 5 proz. wässerigen Tanninlösung überstreicht. — Einen äußerst günstigen Einfluß auf die Beschaffenheit des Leimwassers übt ein Glyzerinzusatz in einer Menge von 4 Thln. Glyzerin auf 100 Thle. Leimlösung. Hierdurch wird nicht nur die Haltbarkeit des Leimes wesentlich erhöht, sondern auch die Streichbarkeit, indem das Glyzerin die Bildung der beim Streichen mit Bürsten vielfach entstehenden kleinen Schaumblasen verhindert, sowie die Leimlösung „fetter" macht und bei niedriger Temperatur vollkommen flüssig hält, wodurch ein gleichmäßigeres Auftragen mit viel weniger Schwierigkeit erreicht wird. Außerdem mischt sich das Glyzerinleimwasser besonders leicht mit den Farben. — Daß gewisse aromatische Zusätze, Salizylsäure ꝛc. die Haltbarkeit des Leimes besonders begünstigen, ist schon S. 289 hervorgehoben.

Wenn zwar der genannte Leim in fast allen Fällen für die Befestigung der Farben auf Papier genügt und daher auch überwiegend gebraucht wird, so hat es doch auch nicht an Vorschlägen gefehlt, denselben durch andere Mittel zu ersetzen. — Zunächst gehören hierher verschiedene Fischleime, welche aus den Fischblasen, dem Blutfibrin, dem Fleische, der Haut und den Schuppen der Fische gewonnen werden, unter denen die Hausenblase der bekannteste ist und zum Auftragen der feinsten Farben wohl Verwendung findet, indem man sie durch Kochen mit Wasser in Lösung bringt. — Die größte Zahl der neben dem thierischen Leim in Gebrauch gekommenen Bindemittel stammen aus dem Pflanzenreiche oder werden doch aus Pflanzenstoffen gewonnen. Die wichtigsten mögen hier kurz Erwähnung finden.

2. Gummi arabicum, auch wohl Senegalgummi genannt, findet Anwendung als Bindemittel für Saftfarben und wird zu dem Zwecke in den Farbbrühen direkt aufgelöst. Ein Zusatz von schwefelsaurer Thonerde (1 Thl. auf 50 Thle. Gummi) giebt der Lösung eine schleimige Beschaffenheit, wodurch sie sich besonders als Verdickungsmittel verwenden läßt und haltbarer wird.

3. Agar-Agar, Agger-Agger, bengalische Hausenblase, japanesische Gelatine ist eine getrocknete Seealge, von krauser, fadenförmiger Gestalt, farblos und in kochendem Wasser zu einer Pflanzengallerte löslich, die als Leim wie thierische Gelatine brauchbar ist, namentlich aber als Verdickungsmittel Beachtung verdient, da die Ausbeute an Gallerte sehr bedeutend ist, so daß Wasser, mit ½ Proz. Agar-Agar gekocht, eine Gallerte liefert, die an Festigkeit einer 3- bis 4proz. Gelatinegallerte gleichkommt. Es möchte dies Material vorzügliche Glanzpapiere liefern.

4. Stärke, Stärkemehl. — Diese bekannte, aus mehreren Früchten, Knollen, Palmstämmen, namentlich aber aus Weizen, Reis und Kartoffeln gewonnene Substanz ist in kaltem Wasser vollkommen unlöslich, besitzt aber die Eigenschaft, in heißem Wasser zu einer klebrigen Masse zu gelatiniren, welche den Namen Kleister führt und ein für viele Verwendungszwecke sehr wichtiges Verdickungsmittel abgiebt, das nicht erwärmt zu werden braucht und dadurch manche Vortheile gewährt. Beeinträchtigt wird die Verwendung dieses Bindemittels vor Allem dadurch, daß es sich sehr leicht wieder in Wasser auflöst und daher der Feuchtigkeit wenig Widerstand leistet. — Den Kleister stellt man dadurch her, daß man Stärke mit Wasser zu einem dünnen Brei anrührt und unter stetiger Bewegung in so viel kochendes Wasser gießt, daß auf 1 Thl. Stärke 10 bis 12 Thle. Wasser kommen. — Gegen das schnell eintretende Verderben des Kleisters schützt ein Zusatz von Salizylsäure oder Alaun.

5. Dextrin oder Stärkegummi, Leiokom, wird aus Stärke gewonnen, hat gummiartige Eigenschaften, löst sich in jeder Menge Wasser zu einer schleimigen, klebrigen Flüssigkeit auf, die sowohl ein direktes Bindemittel als ein Verdickungsmittel darstellt, auch zum Glasiren des Papiers in einer dicken, wässerigen Lösung im Gebrauch ist. Zu berücksichtigen ist bei der Anwendung der Umstand, daß sich das Dextrin bei Gegenwart von Säuren in Zucker verwandelt und dadurch die guten Eigenschaften als Verdickungsmittel einbüßt, indem es das sog. Fließen der Farben veranlaßt.

6. Firnisse nennt man allgemein die durch Oxydation an der Luft erhärtenden Oele (Leinölfirniß) und die Auflösungen von Harzen in Flüssigkeiten, welche durch Verdunsten das Harz wieder zurücklassen. Solche Auflösungen (auch Lacke genannt) entstehen durch Behandlung der Harze mit Oelen, namentlich Terpentinöl (Oellacke) oder Alkohol (Spirituslacke) oder auch mit Wasser (Wasserlacke). Da sie sämmtlich durchsichtig und widerstandsfähig gegen Wasser sind, so dienen sie hauptsächlich zum Lackiren und nur vereinzelt als Bindemittel für Farben. Zu letzterem Zwecke findet namentlich der Leinölfirniß Anwendung. — Es sei hier nur angeführt, daß man einen sehr guten Spiritus-

firniß erhält durch Auflösen von 4 Thln. Schellack, 2 Thln. Sandarach oder Benzoë und 1 Thl. Mastix in 30 Thln. Alkohol, oder von 6 Thln. hellem westindischem Kopal in 6 Thln. Alkohol, gemischt mit 10 Thln. Schwefeläther, 4 Thln. rektifizirtem Terpentinöl und gelinde im Wasserbade erwärmt. — Zur Anfertigung eines Wasserfirnisses löst man 10 Thle. Borax in 200 Thln. Wasser, und darin durch gelindes Kochen 30 Thle. Schellack. — Diese Firnisse lassen sich mit spiritus- oder wasserlöslichen Anilinfarben beliebig färben.

7. Galle. — Diese eigenthümliche, grünlich-gelbe, sehr bitter schmeckende Absonderung in der Gallenblase aller mit Herzen versehener Thiere gehört wegen ihrer zähen, schleimigen, klebrigen und dickflüssigen, sowie alkalisch-seifenartigen Beschaffenheit zu einem der wichtigsten Bindungsmittel, weil sie die Farben treibend und fließend macht, wie es beim Marmoriren nothwendig ist. Man benutzt gewöhnlich Ochsengalle, welche man sich in ganzen Blasen zu verschaffen sucht, aufs Sorgfältigste von häutigen Gewebetheilen, Fett etc. befreit und durch besondere Zusätze gegen das Verderben schützt. Zu dem Zwecke wird die frische Galle zunächst durch einen Flanellbeutel und darauf einmal und für die empfindlichsten Farben zweimal durch Fließpapier filtrirt, dann eine von der Witterung abhängige Zeit lang hingestellt, bis sie merklich dünnflüssiger geworden ist und die Anfänge einer Zersetzung zeigt. In diesem Zustande der „Reife" vermischt man dieselbe mit 10 bis 15 Proz. absolutem Alkohol oder mit 5 bis 7 Proz. Alkohol, der auf 100 Thle. 4 Thle. Karbolsäure enthält. So vorbereitet, hält sich die Galle in gut verschlossenen Glasfläschen sehr lange, und soll sogar an Brauchbarkeit gewinnen. — Nach einer Angabe von Abadie (Papier-Ztg. 1882, S. 54) besteht die beste unfehlbare Methode der Zubereitung der Galle einfach darin, daß man sie ohne jeden Zusatz in Flaschen füllt und darin ruhig vier Wochen stehen läßt, von dem Bodensatze abgießt und mit den Farben mischt.

8. Kaseïn. — Da Kaseïn, als frischer Käse in Alkalien, z. B. Kalkwasser, gelöst oder damit zu einer dicken, schleimigen Masse gemengt, stark klebrige Eigenschaften annimmt, so ist auch eine solche Mischung in Vorschlag gebracht und zwar neuerdings in Verbindung mit Leinölfirniß, um wasserdichte Ueberzüge zu gewinnen. Zu dem Zwecke reibt man nach Sponnagel und Jacobsen in Berlin (D. R.-P. Nr. 20281) trocknende Oele (Leinöl) mit 5 bis 10 Proz. Borax zu einer Emulsion zusammen und trägt in diese Emulsion bis zur Sättigung frischen Käse (sog. Topfen) ein, wodurch eine Masse entsteht, die sich beliebig mit Wasser verdünnen läßt, schnell trocknet, und aufgestrichen einen für Wasser undurchlässigen Ueberzug abgiebt.

9. Wasserglas. — Nach Wohlfarth in Leipzig (D. R.-P. Nr. 6916) giebt 1 Thl. Bronze mit 2 Thln. Wasserglas verrieben eine Druckfarbe, welche direkt auf Papier übertragen werden kann und zu einem mit kaltem Wasser abwaschbaren Ueberzuge trocknet. Zur Verhinderung des zu schnellen Austrocknens während der Verarbeitung ist ein Zusatz von 5 bis 10 Proz. Glyzerin empfehlenswerth.

C. Zubereitung der Farben.

Da von der innigsten Mischung der Farben mit den Bindemitteln nicht nur die Gleichmäßigkeit des Tones, sondern auch die Leichtigkeit des Auftragens abhängt, so muß auf die Arbeit des Mischens die größte Sorgfalt verwendet werden. — Die innigste Mischung ist aber nur möglich, wenn die Farben aufs Feinste, d. h. zu unfühlbarem Pulver, gemahlen oder gerieben sind, weshalb die Beschaffung der feinsten Farben um so rathsamer ist, als mit derselben Farbemenge um so mehr Papierfläche bedeckt werden kann, je feiner die Farben sind. — Gewöhnlich geht daher dem eigentlichen Vermischen mit den Bindemitteln ein Feinreiben der Farben voran oder nebenher.

In solchen Fällen, in welchen von einer Farbe nur wenig erforderlich, bedient man sich zum Reiben der Farben noch vielfach des Reibsteins mit der Reibkeule, d. h. einer glatten, ebenen Platte aus hartem, homogenem Stein (Marmor, Porphyr, Granit 2c.) und eines ebenfalls mit einer ebenen Reibfläche versehenen, so geformten Steinklotzes, daß derselbe sicher und bequem mit den Händen gefaßt und auf der Platte unter entsprechendem Druck herumgeführt werden kann. Theils um das Verstäuben zu vermeiden, theils um die feinen Farbtheilchen zusammenzuhalten, wird auch bei Beginn der Arbeit die Farbe mit einer Flüssigkeit getränkt, die nach dem Bindemittel ausgewählt wird und demnach aus Wasser, Oel, Spiritus u. dergl. besteht. Bei der Verwendung der in Wasser gelösten Bindemittel ist anzurathen, zum Feuchten dem Wasser Glyzerin zuzusetzen, um das Austrocknen der Farben zu vermeiden und das Einmischen in die Klebflüssigkeiten zu erleichtern.

Beim Verbrauche größerer Farbemengen ist mit Beibehaltung gleicher Vorschriften bezüglich des Feuchthaltens derselben die Anwendung der Farbemühlen empfehlenswerther, welche in sehr verschiedenen Konstruktionsformen gebaut werden. — Am häufigsten stehen die Kegelmühlen, nach Art der Kaffeemühlen, in Gebrauch, da sie sehr handlich sind und leicht für Handbetrieb eingerichtet werden können. — Die zweite Gattung ist nach dem Systeme der Kollermühlen konstruirt, auch für Handbetrieb mit Kurbel ausgestattet, aber doch zweckmäßiger von einer Transmission aus in Bewegung zu setzen, wenn die Rollzylinder nicht zu leicht werden sollen (Pol. Journ. 224, 543). Hierher läßt sich auch das System der Rolltrommeln rechnen, das durch die S. 256 beschriebene Mahlmaschine vertreten wird. — Für die Anfertigung sehr großer Farbemengen eignet sich vorzüglich die den Mahlmühlen nachgebaute Maschine, welche S. 142, Fig. 48, als Chlorkalkauflöser beschrieben ist. — Außerdem finden die Farbereibmaschinen nach dem Systeme der Walzenmühlen mit Walzen aus Porphyr Verwendung, deren Walzen mit verschiedener Geschwindigkeit umlaufen. — Endlich ist noch eine Farbereibmaschine zu erwähnen, die nach dem Systeme Bogardus gebaut wird und der Hauptsache nach aus zwei horizontal auf einander liegenden, runden Platten besteht, welche sich um nicht zusammenfallende Achsen, also exzentrisch, drehen und somit die Handbewegung beim Reiben auf dem Reib-

steine annähernd nachahmen. — Am genauesten wird diese Nachahmung bei den Mühlen erreicht, die einen drehenden Bodenstein besitzen, auf dem sich eine oder zwei Reibkeulen, von Kurbeln angetrieben, im Kreise drehen und somit epizykloidische Bahnen beschreiben.

Wenn zwar das Zerreiben und Vermischen der Farben mit den Bindemitteln in der Regel gemeinschaftlich vorgenommen wird, indem man erst die Farbe mit einem Theile des Bindemittels, oder mit Wasser, Glyzerin u. dergl. zu einem dünnen Schlamme anreibt und dann mit der ganzen Menge des Bindemittels mischt, so erfolgt doch auch oft die letzte Operation getrennt von der ersten in besonderen Mischmaschinen, weil nach diesem Verfahren eine beliebig große Menge einer Farbe in Vorrath hergestellt werden kann, ohne dem Verderben ausgesetzt zu sein. Eine zu diesem Zwecke von F. Flinsch in Offenbach gebaute und bewährte Mischmaschine besteht aus einem horizontalen, gußeisernen, zylindrischen Kessel mit einem Rührwerke, das aus einer in der Kesselachse gelagerten Welle gebildet ist, auf deren Oberfläche sich eine größere Anzahl radial gestellter Stäbe befindet, die fast an die innere Kesselwand reichen und bei der durch eine Riemenscheibe erzeugten Drehung der Welle den aus Farbe und Bindemittel bestehenden Inhalt kräftig durchrühren. Ein verschließbarer Fülltrichter befindet sich auf dem Kessel, ein Ablaßhahn ist unten an demselben angebracht.

Um sicher zu sein, daß in der Farbe keine die Arbeit störenden, unzerriebenen Theile vorkommen, muß die Farbe nach dem Zusammenreiben und Mischen durch ein feines Sieb getrieben werden. Auch hierzu eignen sich sehr zweckmäßig Farbesiebmaschinen, bei welchen ein großer Borstenpinsel mit sogenannter Planetenbewegung die Farbe durch Haar- oder Messingsiebe hindurchreibt, die in einer runden Trommel ausgespannt sind.

II. Aufbringen der Farben auf das Papier.

A. Auftragewerkzeuge.

Die Aufgabe des Auftragens besteht im Allgemeinen darin, Papier mit einer Farbenschicht von solcher Dicke und Regelmäßigkeit zu überziehen, daß die unter dieser Schicht liegende weiße oder gefärbte Fläche nicht oder nur sehr wenig durchscheint, und die aufgetragene Farbe ein sehr gleichmäßig vertheiltes Ansehen erhält. Da sich dieses Ansehen entweder über die ganze Papierfläche gleichmäßig erstrecken oder auf einzelne mehr oder weniger scharf begrenzte, aber sich wiederholende Theile beschränken kann, so unterscheidet man zweckmäßig schlichtes und gemustertes Buntpapier.

In Folge der großen Mannigfaltigkeit der Buntpapiere, namentlich in so weit die gemusterten entweder durch eine vollständig gesetzmäßige Vertheilung nach Farbe und Raum oder durch eine zufällige, regellose Anordnung unbestimmter

Figuren (z. B. marmorirtes Papier) entstehen, hat sich zwar naturgemäß eine ganze Reihe von verschiedenen Verfahrungsarten in der Erzeugung ausgebildet; allein mit wenigen Ausnahmen besteht doch das Grundverfahren darin: das Papier mit Körpern in Berührung zu bringen, welche die betreffenden Farben in oder an sich bergen und bei dieser Berührung an das Papier abgeben. — Diese Körper (Auftragewerkzeuge) können entweder schwammartiger Natur sein, dadurch eine große Menge Farbe aufnehmen und durch allmähliche Abgabe große Flächen mit Farben bedecken, indem man sie längs derselben bewegt; oder sie sind nicht schwammig, lassen sich aber mit einer sehr dünnen Schicht Farbe bedecken und geben diese auf einmal wieder an das Papier ab. Hieraus folgt, daß den Auftragewerkzeugen der ersten Art hauptsächlich die Bestimmung zukommen muß, größere zusammenhängende Farbeflächen zu erzeugen, während diejenigen der letzteren Art sich vornehmlich zur Erzeugung kleiner Flächen eignen, wie sie namentlich in den Mustern auftreten.

Zu der ersten Gattung gehören die in mancherlei Formen und Größen vorkommenden Bürsten, Pinsel und bürstenähnliche Körper (behaarte Felle), sowie Schwämme, Filz, Gewebe 2c.; zu der zweiten Gattung die glatten, oder mit Mustern versehenen Platten (Model, Form, Druckform, planche, *block*) und Walzen (Druckwalze).

1. Bürsten sind in erster Linie dazu bestimmt, die Farben in möglichst breiten Streifen auf das Papier zu bringen (Streichen) und vollkommen gleichmäßig zu vertheilen (Schlichten). Sie erhalten zu dem Zwecke eine viereckige Grundform von beträchtlicher Länge und entsprechender Breite und je nach der Aufgabe Haarbündel aus steiferen Borsten oder längeren, weichen Haaren. Zum Ziehen von Streifen sind die Haarbüschel in weiter getrennten Abständen, also kammartig angeordnet (Streifenzieher). Außerdem dienen die Bürsten dazu, die Farben in Tropfen aufzuwerfen (Sprengen, Spritzen), wozu dieselben aus dickerem, elastischem Material, besonders Reisstroh, hergestellt werden. — An die Bürsten schließen sich für einzelne Arbeiten die Pinsel an, die auch aus Haaren, Reisstroh, Piassava u. dergl. flach oder rund gebunden, namentlich zum Spritzen nicht zu entbehren sind.

2. Schwämme können anstatt der Bürsten, jedoch nur zum Auftragen der flüssigen Farben, gebraucht werden, da sie aus den Körperfarbflüssigkeiten in Folge einer Filtration die färbenden Substanzen zurückhalten. Zum handlichen Gebrauche wählt man möglichst dünne, breite Schwämme aus und klemmt sie zwischen zwei Brettern aus Eichenholz so ein, daß sie einen etwa 15 cm langen Wischer bilden, dem die durch Schrauben zusammengebrachten Bretter zur Handhabe dienen. Der mit dem Papier in Berührung gebrachte Rand dieses Wischers erhält durch Beschneiden die gewünschte Form, gewöhnlich geradlinig, mitunter gezackt.

3. Formen. — Liegt die Aufgabe vor, auf das Papier Farben aufzutragen, welche, von bestimmten Umgrenzungslinien eingeschlossen oder selbst nur Linien bildend, Muster oder Figuren darstellen sollen, von welchen verlangt wird,

daß sie wiederholt erzeugt, stets genau gleich ausfallen, so kann man nur dadurch zum Ziele kommen, daß man das Papier entweder während des Auftragens mit Schablonen bedeckt (Schabloniren) oder mit Druckformen bedruckt. Da aber in Bezug auf die Anwendung von Schablonen die Erfahrung lehrt, daß mit diesen sich nur höchst unvollkommene Erfolge erzielen lassen, während die Druckformen den höchsten Ansprüchen genügen, so ist der Gebrauch von Druckformen sehr ausgedehnt. Dieselben bilden entweder ebene Platten (Druckplatten) oder Zylinder (Druckwalzen), welche auf der Oberfläche zur Aufnahme von Farbe in erhabener oder vertiefter Manier die Muster oder Figuren erhalten. In der Regel verwendet man Formen mit erhabenen Mustern, die entweder vom Xylographen geschnitten oder dadurch hergestellt werden, daß man in die Formfläche Metallstifte, Holzpflöcke u. dergl. von entsprechendem Querschnitte einschlägt, oder die ganze Figuren darstellenden Platten aus Metall, Holz, Leder 2c. aufkittet und auf das Sorgfältigste durch Abschleifen in eine Fläche bringt. Nicht ohne Erfolg werden übrigens ganze Flächen aus Leder erzeugt und aufgezogen; desgleichen verwendet man Formen aus vulkanisirtem Kautschuk, aus Papier, indem man die Oberfläche von Walzen gravirt, welche nach Art der Kalanderwalzen (S. 293) angefertigt sind. Die Größe der Form ist in der Regel so bemessen, daß die eine Ausdehnung (Länge) mit der Breite des Papiers, die zweite Ausdehnung (Breite der Platte oder Umfang der Walze) der Länge des Musters in der Papierlängenrichtung und zwar so entspricht, daß sich die Figuren ununterbrochen an einander reihen, wenn ganze Papierbahnen bedruckt werden sollen. — In einzelnen Fällen benutzt man zum Auftragen der Farben übrigens auch Platten aus Kupfer, Stein u. dergl., welche nach der in der Lithographie und Kupferstecherei üblichen Methode durch Graviren, Aetzen 2c. vorbereitet werden. Besondere Aufmerksamkeit verdient hier die Zinkographie und das sogenannte Ueberdruckverfahren.

B. Auftrageverfahren.

1. Auswahl und Vorbereitung des Papiers.

Der durch das Auftragen von Farben auf Papier zu erzielende gleichmäßige Ueberzug hängt nicht allein von der hierzu erforderlichen, mechanischen Operation ab, sondern wird außerdem noch wesentlich bedingt durch die Eigenschaften und die Beschaffenheit des Papiers, weshalb auf die Wahl des letzteren ein erhebliches Gewicht zu legen ist.

Zunächst ist begreiflich, daß nur geleimtes Papier anwendbar ist, da ungeleimtes den Bindemitteln sehr schnell das Wasser entzieht und dadurch eine gleichmäßige Vertheilung der Farben verhindert; da sich solche Unregelmäßigkeiten sogar zeigen, wenn die Leimung und somit die Aufsaugung der Farben an den verschiedenen Stellen des Papiers ungleich ist, so muß als Grundlage für das Buntpapier sorgfältig geleimtes Papier gewählt werden. — Im Allgemeinen er-

scheint es gleichgültig, welche Farbe das Papier besitzt, da dieselbe von dem Farbenüberzuge bedeckt wird, in Anbetracht dessen jedoch, daß ungefärbtes Papier die Farben am reinsten wiedergiebt, für alle Farben gleich anwendbar ist und an der Rückseite des Papiers fast ausschließlich gewünscht wird, bildet für eine Gattung Buntpapier die Anwendung des Weißpapiers die Regel. — Bei einer anderen Gattung, z. B. zur Anfertigung von Lederimitationen, erhält das Papier zweckmäßig eine dem Grundton angepaßte Färbung im Stoffe nach den S. 245 ꝛc. besprochenen Regeln, weil auf solche Weise die Imitation am täuschendsten ausfällt. — Bezüglich der Festigkeit und Dauerhaftigkeit des Papiers ist zu beachten, daß dasselbe bei seiner Umwandlung in Buntpapier eine mitunter lange Reihe von Operationen durchmachen muß, welche sehr bemerkenswerthe Ansprüche an die Festigkeit machen und daß es demnach zur Vermeidung von Ausschuß durch Zerreißen sehr geboten ist, entsprechend festes Papier zu verarbeiten; demnach ist ein Papier mit übermäßigem Zusatze von Füllstoff und Holzschliff entschieden um so mehr verwerflich, als die Festigkeit desselben außerdem noch stetig abnimmt. Sehr geeignet hat sich dahingegen für vorstehende Verwendung gut geleimtes Papier aus Natronholzzellstoff erwiesen. — Da glatte Oberflächen auch die Farben naturgemäß am leichtesten glatt wiedergeben, so ist auch glattes, d. h. Velinpapier, stets dem gerippten Papier vorzuziehen; doch ist ein starkes Glätten des Papiers unzweckmäßig, weil ein wenig oder gar nicht geglättetes Papier die Farben besser annimmt. — Wird das Papier bogenweise verarbeitet, so dürfen die Bogen nicht gefaltet sein, weil es unmöglich ist, die Faltstreifen gleichmäßig zu färben. — Die schnelle und leichte Annahme wässeriger Massen (sog. Netzen) wird durch einen gewissen Wassergehalt des Papiers nicht unbedeutend gefördert, indem sich die kleinen Härchen etwas abheben und die Fläche unmerklich rauh machen. Aus diesem Grunde ist es, namentlich bei stark geglättetem Papiere, in hohem Grade nützlich, das Papier vor dem Auftragen etwas zu feuchten. Außerdem erklärt sich aus dieser Erscheinung leicht die Thatsache, daß ungeglättetes oder auch angefeuchtetes, aber wieder ohne starke Pressung getrocknetes Papier die Farben besser aufnimmt als geglättetes, und daß das Glätten des Papiers vor dem Auftragen schädlich ist.

Je nachdem das Auftragen bogenweise oder in ganzen Papierbahnen vorgenommen werden soll, erfolgt auch das Feuchten verschieden. Im ersten Falle genügt es, einen Papierstoß in der Weise anzuhäufen, daß über eine Lage von sechs bis acht trockenen Bogen ein nasser Bogen zu liegen kommt, da dessen Feuchtigkeit nach einiger Zeit sich den anderen trockenen Bogen so mittheilt, daß sie sämmtlich gleich feucht werden. Zum Anfeuchten ganzer Papierbahnen dienen Vorrichtungen, welche gleich den S. 364 erörterten eingerichtet sein können, in der Regel aber in Verbindung mit den später beschriebenen Auftragemaschinen stehen.

2. Auftrageverfahren.

Das Verfahren, welches beim Auftragen der Farben eingeschlagen wird, richtet sich zwar vor Allem nach der Anzahl und Anordnung der Farben, ist aber stets von einem unmittelbar sich daran schließenden Trocknen begleitet, so daß hier beide Operationen im Zusammenhange zu betrachten sind.

a. Schlichtes Buntpapier.

1. Handarbeit.

Am einfachsten gestaltet sich die ganze Arbeit bei der Erzeugung des schlichten Buntpapiers. So weit sie von der Hand ausgeführt werden soll, besteht sie darin, daß man das Papier bogenweise in seiner ganzen Ausdehnung und bei langen Bahnen wiederholt in passenden Längen von etwa 0,5 bis 0,6 m auf einer ebenen horizontalen Unterlage (Streichtisch) ausbreitet, dann mit der Streichbürste eine genügende Menge Farbe aus dem im Wasser- oder Sandbade gehörig warm gehaltenen Farbetopfe nimmt und mit kräftigen Strichen auf das Papier streicht, bis die aufgelegte Papierfläche mit Farbe bedeckt ist, die zuletzt mit der Verschlichtbürste möglichst vollkommen vertheilt wird (Verschlichten). — Bei der richtigen Wahl der Farbenkonsistenz verliert der Ueberzug zugleich in Folge der Abkühlung und Verdunstung jede Neigung zum Fließen und kann daher das gestrichene Papier sofort auch in vertikaler Lage ohne Ablaufen der Farbe zum Trocknen gebracht werden. Zu dem Zwecke hebt man die einzelnen Bogen vermittelst einer einfachen hölzernen Krücke von der Form eines T so auf ausgespannte Schnüre (S. 286), daß sie etwa in der Mitte und mit der Farbenseite nach oben auf zu liegen kommen. Gestrichene Papierbahnen können nicht auf Schnüre gehängt werden. Man legt sie vielmehr in größeren Abständen auf runde Holzstäbe, welche mit Hülfe einer Gabel auf zwei unter der Decke des Arbeitsraumes angebrachte Leisten gehoben und nach und nach so zusammengeschoben werden, daß das Papier in langen Falten von der Decke herunterhängt. — In den wenigsten Fällen reicht für ein gleichmäßiges Papier ein einziger Anstrich aus, weil zum Verstreichen die Farbenkonsistenz nicht dick sein kann, wenn der Arm des Arbeiters nicht schnell ermüden soll. Es ist vielmehr eine mitunter fünfmalige Wiederholung der beschriebenen Arbeit erforderlich, um eine genügend starke und gleichmäßige Decke hervorzubringen, und dadurch ein sehr großer Aufwand von Zeit und Arbeit die Folge.

2. Maschinenarbeit.

Um die in der Handarbeit begründeten Mißstände zu heben, begann man fast genau um die Mitte unseres Jahrhunderts zum Auftragen und Verstreichen

der Farben Maschinen zu konstruiren, welche den Namen Färbe- oder Streichmaschinen, auch wohl Grundir- oder Fonzirmaschinen (fonceuse, *grounding-engine*), erhielten (da die Farbendecke des einfarbigen Buntpapiers oft den Grund für mehrfarbiges bildet). Sie beruhen auch heute auf dem Grundsatze, „das Papier ununterbrochen mit Druck an färbenden Körpern vorbei zu bewegen, darauf unter Verschlichtbürsten zu bringen, nach dem Verschlichten sofort zu trocknen, sowie in geeigneter Weise abzuliefern" — und verbinden mit großer Vollkommenheit in der Arbeit eine solche Leistungsfähigkeit, daß das Streichen mit der Hand nur noch ausnahmsweise üblich ist.

Damit die färbenden Körper genügend Farbe aufnehmen und an das Papier abgeben können, müssen sie aus schwammigen Stoffen bestehen, die in passender Weise die Farben zugeführt erhalten und so an das Papier angedrückt werden, daß dieses sich mit Sicherheit und möglichst gleichmäßig mit Farbe überzieht. Weil letzteres am vollkommensten erreicht wird, wenn das Papier längere Zeit mit den Farbeträgern in Berührung bleibt, so bestehen die Träger am zweckmäßigsten aus Filz, der entweder als Band ohne Ende, oder über eine Walze gespannt, angeordnet wird, in den Farbebehälter eintaucht und sich unter Andruck an das Papier mit diesem eine kurze Strecke gemeinschaftlich bewegt. — Um dem Filze die Farbe stets in gleichen Mengen zuzuführen, ist gewöhnlich noch eine besondere Farbewalze angebracht, welche in die Farbe eintaucht und an den Filz angepreßt wird. — Die Berührung des Papiers mit dem Farbefilze erfolgt dadurch, daß dasselbe um eine oder zwei Walzen bewegt wird, die durch Federn oder Gewichte das Bestreben haben, sich an den Farbefilz anzulehnen.

Zum Verschlichten der aufgetragenen Farbe erhält das Papier entweder seine Unterstützung auf einer horizontalen Tischfläche, über die es vermittelst eines Filzes ohne Ende hinweggezogen wird, oder auf der Oberfläche einer drehenden Trommel, mit der es sich zugleich fortbewegt. Ueber dem Tische oder der Trommel liegen die Vertreibbürsten, welche sehr verschieden angeordnet werden, insofern, als sie entweder die Gestalt einer runden Scheibe mit den Haaren auf der ebenen Fläche besitzen und sich um eine Achse drehen, die rechtwinkelig zur Papierfläche steht, oder als sich mehrere Bürsten an einem Drehkreuze befinden, das sich parallel zur Papierfläche dreht, oder als man die Form einer Walze wählt, welche sich mit dem Papier in gleicher Richtung bewegt, oder als man endlich lange Bürsten anwendet und diese auf dem Papier in der Quere hin- und herzieht.

Da dem Papier durch die Farbebrühe nur wenig Wasser zugeführt wird und hiervon schon während des Verreibens ziemlich viel verdunstet, so ist der Farbenüberzug beim Verlassen der Maschine schon so fest geworden, daß ein Fließen nicht mehr eintritt und der Wasserrest auf dem Wege der freien Verdunstung, also mit allen S. 394 hervorgehobenen Vortheilen, entfernt werden kann. Die früher übliche Trockenmethode über geheizten Trommeln ist aufgegeben und statt dessen die Lufttrocknung allgemein eingeführt, und zwar entweder indem man das Papier, wie oben erklärt, mittelst Krücken auf Stäbe bringt, oder vortheilhafter mit Hülfe einer Aufhängemaschine (Trockenmaschine, plieuse mécanique, accrocheuse, *hanging machine*), welche das Unterlegen,

Heben und Vorschieben der Hängestäbe ganz selbstständig besorgt, oder bei Bogenfärbung die einzelnen Bogen auf Rahmen schiebt, welche sich in Körben über einander schichten und mit diesen so lange durch den Raum geführt werden, bis die Bogen trocken sind.

Die Form, unter welcher das gestrichene und getrocknete Papier wieder abgeliefert wird, ist durch die Form des letzteren bestimmt, indem das in Bogen gestrichene Papier bogenweise auf einander gelegt und das endlose Papier gewöhnlich wieder gerollt, mitunter auch in Bogen geschnitten und ebenfalls bogenweise abgeliefert wird.

Die erörterten Theile der mechanischen Vorrichtung zum Streichen und Trocknen des einfarbigen Buntpapiers lassen sich in mancher Weise verbinden und zu verschiedenen Maschinen zusammenstellen, die demnach auch in mehrere Klassen zerfallen. Zunächst unterscheidet man Streicheinrichtungen für Bogenfärberei und für Rollenfärberei.

α. Färbemaschinen für Bogenfärberei. — Diese Maschine, konstruirt von Ferd. Flinsch in Offenbach (D. R.-P. Nr. 29232), findet hauptsächlich Verwendung für Papier von solcher Dicke, daß sich dasselbe weder rollen, noch zum Zwecke des Trocknens in Hängen bringen läßt, also für Kartons, Pappen u. dergl. Zum Färben dient ein horizontaler Tisch, über den sich ein Gummituch zur Aufnahme und Fortbewegung des Bogens verschiebt, welcher zunächst die Farbe von einem laufenden Filz empfängt und dann eine Anzahl feststehender und hin- und hergehender Bürsten passirt, um gestrichen zu werden. Sobald derselbe die Färbemaschine verläßt, wird er auf einen rechtzeitig vorgerückten Trockenrahmen geschoben, der, von endlosen Ketten gefaßt, in einen Korb abgeliefert wird. Nachdem dieser Korb mit den (gewöhnlich 15) Rahmen gefüllt ist, gelangt er rasch auf eine, fast unter der Decke angebrachte zweigleisige Bahn, bewegt sich auf dieser bis zum Ende, senkt sich dann abwärts auf eine gleiche, tiefer liegende Bahn, um so an den Ausgangspunkt zurückzukehren und entleert zu werden. Erfahrungsgemäß können mit dieser Zusammenstellung in einem Raume von 30 m Länge und 3 m Höhe in 25 Körben 375 Rahmen oder Bogen untergebracht und in einer halben Stunde getrocknet werden, so daß sich damit stündlich 750 Bogen größeren Formats streichen und trocknen lassen.

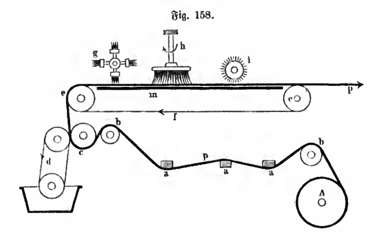
β. Färbemaschinen für Rollenpapier. — Diese Maschinen werden in Verbindung mit den Aufhängemaschinen sehr verschieden gebaut und auch benannt. Im Allgemeinen unterscheidet man folgende Systeme:

1. Das englische System (Fig. 158). — Hierbei gelangt das Papier *p* von der Rolle *A* über die Leitwalzen *b*, *b* und durch die Streichlatten *a*, *a*, *a* gespannt zu der Walze *c*, um hier von dem Farbtuche *d* Farbe aufzunehmen. Sodann läuft es über die Walzen *e*, *e* mit dem endlosen Filze *f* auf einen horizontalen Tisch *m*, zunächst unter das sich drehende Bürstenkreuz *g*, darauf unter die rotirenden Tellerbürsten *h* und endlich unter die Walzenbürste *i*. Von hier wird dasselbe dem Trockenapparate übergeben.

2. Das französische System (Fig. 159). — Das Papier *p* bewegt sich von *a* direkt auf die Walze *e*, empfängt die Farbe von der Bürste *d*, welche ihrerseits dieselbe der Walze *c* entnimmt, die von der Walze *b* mit Farbe

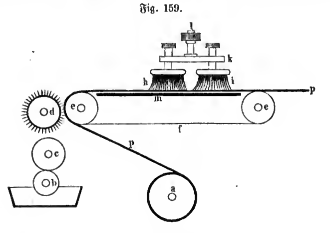
versehen wird. Zum Zwecke des Verreibens dienen, oft nach zwei auf dem Papiere hin- und hergehenden Bürsten, die zwei Plattenbürsten *h* und *i*, welche

Fig. 158.



sich nicht nur um ihre eigene vertikale Achse, sondern noch gemeinschaftlich mit dem Rahmen *k* um die Achse *l* drehen. Da sie in dem Rahmen *k* in ver-

Fig. 159.



schiedener Entfernung von dessen Drehachse angebracht sind, so beschreiben sie Kreise von ungleichem Durchmesser, innerhalb dieser aber mit jedem Punkte Epizykloiden, wodurch sich die rasche und gute Verstreicharbeit erklärt.

3. **Das deutsche System.** — Als das ursprünglich deutsche System muß die 1867 von **Hummel** in Berlin angefertigte Einrichtung angesehen werden, deren Grundgedanke aus umstehender Skizze (Fig. 160 a. f. S.) hervorgeht.

Das Papier P bewegt sich vermittelst einer großen Trommel, auf die es aufläuft, über einen vertikalen Arbeitstisch von unten nach oben und erhält an der unteren Tischkante die Farbe vermittelst einer Filzwalze, passirt zunächst die lange Bürste B (welche entweder feststeht, gewöhnlich aber sich hin- und herbewegt) und gelangt dann unter die Verstreichbürsten $bbbb$. Diese erhalten vermittelst der durch das Schnurrad R bewegten, durch die Rollen F geführten Schnüre $aaaa$ eine schnelle Drehung um ihre Achse, außerdem aber noch eine Bewegung über das Papier von einem Rande zum anderen und zwar dadurch, daß sie mit dem Antriebsrade R in einen Rahmen gelegt sind, der durch Kurbel und Lenker in der Vertikalebene hin- und herschwingt. — Aus dieser einfachen, aber höchst wirksamen Einrichtung entwickelte sich das jetzige deutsche System, das hauptsächlich von Ferd. Flinsch in Offen-

Fig. 160.

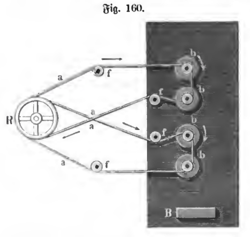
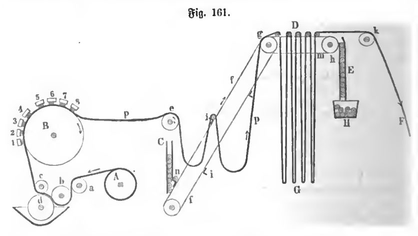


Fig. 161.



bach (D. R.-P. Nr. 15 668) durchgeführt, durch Fig. 161 im Prinzipe erläutert ist. Das Papier p wickelt sich von der Rolle A ab, geht über die Spannungs- und Führungsrollen a, b, c, nimmt von der Farberolle d in längerer Berührung die Farbe an, um, statt über eine ebene Streichtischfläche, über die durch Drehung mitbewegte Fläche der großen Trommel B zu gelangen. Auf

dieser Fläche befindet sich eine Anzahl, gewöhnlich 8, Bürsten, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, wovon die mit 1, 3, 5, 7 bezeichneten feststehen und die 2, 4, 6, 8, durch Kurbeln angetrieben, eine hin- und herschwingende Bewegung machen, während das Papier sich mit der großen Trommel fortschiebt. Die Bürsten, welche über die ganze Papierbreite (Trommellänge) reichen, können auf das Genaueste eingestellt werden und liefern daher einen außerordentlich gleichmäßigen Strich.

Ein Vergleich zwischen den drei Systemen läßt leicht erkennen, daß das deutsche die Vortheile der anderen Systeme in glücklicher Weise vereinigt, weshalb dasselbe als das vollkommenste bezeichnet werden muß. Dem entspricht auch die Leistung, welche pro Stunde auf 1000 bis 1200 laufende Meter ganzer Breite angegeben wird, bei einer Maschine, deren Trommel 1 m im Durchmesser und eine Länge von der doppelten Papierbeite besitzt. — Um bei dieser Färbemaschine ein sicheres, gleichmäßiges Durchziehen des Papiers zu erreichen, hat Flinsch eine Einrichtung angebracht (D. R.-Patent), welche das Papier an die Zugwalze *e* ansaugt und dem Wesen nach aus einer Luftpumpe besteht, welche in Nuthen, die auf der Oberfläche der Zugwalze gebildet sind, eine Luftverdünnung hervorbringt.

Von besonderer Bedeutung für den Färbeprozeß ist die Einführung der Aufhänge- oder Trockenmaschine, welche ein äußerst günstiges Trocknen gestattet, weil dasselbe ohne Anspannung des Papiers erfolgt. Sie hat daher auch die früher vielfach angewendeten Trockentrommeln mit Recht verdrängt, nachdem eine zweckmäßige Konstruktion und Aufstellung erreicht war. Die allgemeine Anordnung dieser Maschine geht aus Fig. 161 hervor. Unter der Decke des Arbeitsraumes laufen in einem Abstande, der etwas größer als die Länge der Trommel *B* ist, zwei Ketten ohne Ende *m* um zwei Rollenpaare *g*, *h*, zugleich genügend durch Laufrollen gegen Durchsenkung gestützt. Mit diesem Kettenpaare *m* in Verbindung steht ein Kettenpaar *ff*, welches eine schräg aufsteigende Bewegung ausführt und in bestimmten Abständen winkelartige Greifer *i i* trägt. In einem kanalartigen Behälter *C* liegen nun runde Tragstäbe (Hängestab, baguette), welche durch ihr eigenes Gewicht hinuntersinken und, wie bei *n* sichtbar ist, von den Greifern *i* gefaßt und mit in die Höhe genommen werden. Indem sich nun das Papier von der großen Trommel *B* her über die Zugwalze *e* hinwegbewegt, wird es zwischen *e* und *g* von einem Hängestabe *i* aufgefangen und, da dieser sich mit dem endlosen Kettenpaare *f* aufwärts bewegt, in sogenannte Hänge (festons) *G* übergeführt. Zugleich werden die Hängestäbe über die Rollen *g* den zwischen *g* und *h* ausgespannten Ketten übergeben und von diesen mitgenommen, so daß sich eine große Anzahl Hänge (bis 200) bildet. Hinter den Kettenrollen *h* fallen die Stäbe durch den Kanal *E* in den Behälter *H*, während das Papier über die Walze *k*, in der Richtung *F*, nach dem Aufroll- oder Schneidapparate weiter läuft. Die zum Trocknen des Papiers erforderliche Zeit hängt wesentlich von der Temperatur des Trockenraumes ab, weshalb letzterer stets mit Heizvorrichtungen und, wenn irgend thunlich, mit Ventilatoren ausgestattet sein sollte. Um dann ein langsames Trocknen zu erzielen, muß das Papier mit den Hängestäben einen langen Weg zurücklegen, welchen man auch in einem kurzen Raume dadurch gewinnt, daß man die Aufhängemaschine mit

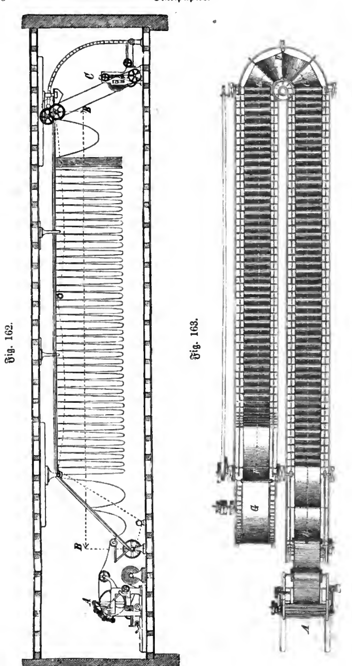


Fig. 162.

Fig. 163.

sogenannten Umkehrungen anordnet, d. h. mehrere Male (zwei- bis viermal) im Zickzack herumführt, wie nebenstehende Skizzen (Fig. 162 und 163) erkennen lassen. Hier sieht man bei *A* die Färbemaschine, bei *B C* (Fig. 161) die Trockenmaschine ohne, und bei *B C D E F* (Fig. 163) dieselbe mit einer Umkehrung; sowie bei *C* und *G* die zum Aufrollen und auch zum Schneiden dienenden Vorrichtungen. — Neuerdings ist diese Trockenmaschine von Flinsch in Offenbach noch mit selbstthätigem Apparate zum Ablegen und Einlegen der Stäbe ausgestattet, so daß die bei *F* (Fig. 163) abfallenden Stäbe ohne Weiteres nach *B* zurückgeführt werden.

b. Gemusterte Buntpapiere.

Die gewöhnlich mehrfarbigen, gemusterten Buntpapiere zerfallen in zwei Hauptgruppen, je nachdem die Muster bestimmt begrenzte, kongruente Figuren bilden, oder aus beliebig vertheilten Farbeflächen bestehen, welche bei ihren Wiederholungen nur den Charakter der Aehnlichkeit an sich tragen.

1. Gedrucktes Buntpapier.

Die erste Gruppe fordert unbedingt die Verwendung von Druckformen (S. 432), die in passender Wiederholung die Farbe aufdrucken und zwar entweder mit der Hand oder vermittelst Maschinen, wonach Handdruck und Maschinendruck unterschieden wird. — In beiden Fällen müssen die Farben so zubereitet werden, daß sie leicht an der Form haften und auf das Papier ohne Auslaufen durch starken Druck zu übertragen sind. Dazu ist eine dicke Konsistenz erforderlich, welche durch Anwendung von Verdickungsmitteln (S. 427) erhalten wird.

α. Handdruck. — Der Handdruck besteht nun einfach darin, daß man die Druckplatte (Model) mit Farbe versieht, behutsam auf das Papier setzt und kräftig anpreßt. — Um die Form mit Farbe zu versehen, bedient man sich allgemein eines sehr elastischen Kissens, welches aus einem viereckigen Kasten (Rahmen, chassis) besteht, der mit einem breiigen Gemenge von Papierschnitzeln und Wasser gefüllt und mit einem wasserdichten Wollstoff oder mit Leder überzogen ist, das sich auf den breiigen Inhalt legt, sich daher vollständig an die Form anschmiegt und die auf eine Lage Wollstoff aufgetragene Farbe an dieselbe abgiebt, zu welchem Zwecke der Drucker die Form auf den Rahmen legt und sanft anpreßt. — Das Papier befindet sich auf dem sog. Drucktische, der in der Regel die in Fig. 164 (a. f. S.) sichtbare Einrichtung hat. Vier im Rechteck stehende Ständer nebst vier Paar an denselben verzapften Riegeln *F*, *E* bilden einen festen Bock, der das mit doppeltem Wolltuche überzogene Tischblatt *G* trägt, das bei *g* in die hinteren Ständer eingelassen ist. Zwischen den beiden Hinterständern liegt ein durch zwei Streben gegen die Decke verspreiztes Querholz *K*. Unter diesem befindet sich eine starke, runde Eisenstange a^1 zur Aufnahme des Hebels *b*, welcher mittelst der Zugstange *c* von dem Hebel *a e* abwärts bewegt wird, der um die Stange *a* drehbar ist; *b*, *c* und *e* lassen sich längs der Stangen *a* und a^1 ver-

schieben und so über jede Stelle des Drucktisches bringen. Wird das Papier nicht in Bogen bedruckt, sondern in Bahnen, so befindet sich zum Tragen desselben

Fig. 164.

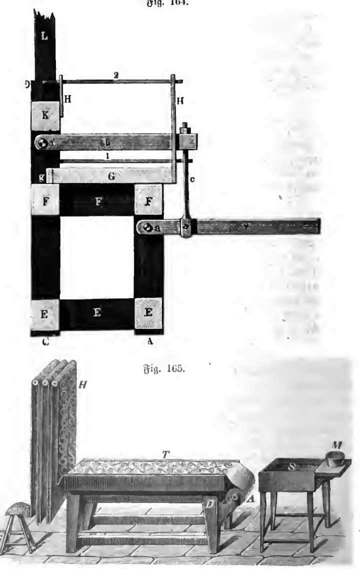


Fig. 165.

rechts vom Arbeiter eine Stange 1 und links eine Stange 2 in den schrägen Armen *H H*. — Beim Drucken legt der Drucker die Form behutsam auf das

Papier, schiebt den Doppelhebel *bce* (Maschine) über die Form, legt zwischen letztere und den Hebel *b* einen passenden Klotz und übt mit seinem Körpergewichte an dem Hebel *e* die erforderliche Kraft aus. — Sehr bequem ist auch der in der Zeugdruckerei übliche Drucktisch (Fig. 165). Man erkennt in *T* die auf den Füßen *D* liegende Tischplatte und daneben in *S* den Streichkasten mit dem Farbetopfe *M*. Das Papier wird von der Walze *A* abgewickelt, auf dem Tische mit Hülfe eines Hebelwerkes bedruckt, bei *H* über Rollen geführt und von dem Bock *G* aus in der S. 434 erklärten Weise aufgehängt.

Die Zahl der erforderlichen Formen richtet sich nach der Zahl der auf oder neben einander gesetzten Farben, da jede Farbe eine besondere Form nothwendig macht. Bezüglich der Aufeinanderfolge der Formen ist zu bemerken, daß man zweckmäßig die größten Farbenflächen zuerst aufdruckt, darauf nach jedesmaligem Trocknen und Glätten der Reihe nach die kleineren und endlich die kleinsten folgen läßt, und daß Lasurfarben ihres Durchscheinens wegen gewöhnlich zuletzt aufgesetzt werden. — Damit die Formen leicht und sicher in richtiger Zusammenstimmung und fehlerfreiem Zusammenschließen auf das Papier gelangen (Rapport), erhalten dieselben besondere Stifte (Rapportstifte), welche sich mit abdrucken und dadurch die Stelle genau kennzeichnen, auf welche man die Rapportstifte der nächstfolgenden Form nur aufzusetzen hat, um einen genauen Anschluß 2c. zu erreichen.

β. Maschinendruck. — Wenn man die Druckformen aus biegsamem Materiale, z. B. Leder oder Kautschuk, herstellt und um einen Zylinder wickelt, oder wenn man das Relief, das abgedruckt werden soll, auf dem Mantel eines Zylinders anbringt (Druckwalze) und diesen drehend und stetig Farbe aufnehmend auf dem Papiere entlang rollt, so wird das Bedrucken des letzteren in gleicher Weise ununterbrochen stattfinden, wie das Auftragen der Farben durch die Streichmaschine, so daß es nahe liegt, nach diesem Prinzipe ein neues Druckverfahren einzuführen, welches wegen seiner stetigen Arbeit unverkennbare Vorzüge besitzt und in der automatischen Anordnung einer Walzendruckmaschine mit mehreren Farben am vollendetsten zur Ausführung gelangt ist.

Eine Walzendruckmaschine besteht demnach in der Hauptsache:

1. aus den Druckwalzen mit den Farbeaufträgern;
2. aus einem Apparate zur ununterbrochenen Zuführung des Papiers;
3. aus einem Drucktische;
4. aus einer Hänge- oder Trockenvorrichtung.

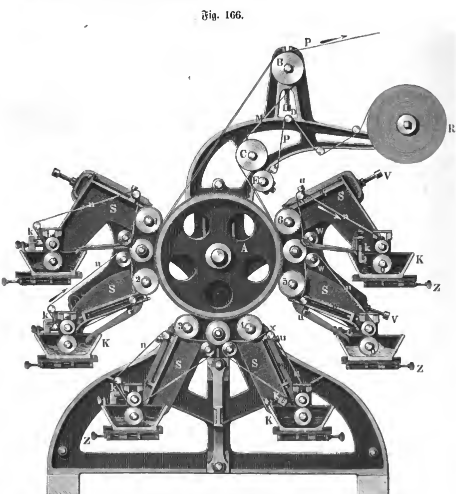
Von besonderer Wichtigkeit sind hierbei die Druckwalzen (Musterwalzen, Dessinwalzen). Dieselben werden vielfach wie die Druckplatten aus einem Hauptkörper von Holz mit erhabenen Mustern aus verschiedenem Materiale (Metall, Holz 2c.), in neuester Zeit aber gewöhnlich für kleinere Muster aus Messing oder Kupfer durch Graviren hergestellt. — Um große Flächen in den Mustern für die Annahme und Abgabe der Farben mit scharfer Begrenzung besonders geeignet zu machen, bildet man sie aus aufgeleimtem, hartem Filz, den man mit Messingstreifen kontourirt. — Ihrer großen Gleichförmigkeit wegen eignen sich namentlich Papierwalzen (S. 293) zur Anfertigung der Druckwalzen.

Die Länge der Walzen hängt von der Breite des Papiers, ihr Umfang von der Beschaffenheit des Musters ab, da dieses stets eine ganze Anzahl mal in dem Umfange enthalten sein muß. — Große Aufmerksamkeit bei der Anfertigung zusammenarbeitender Walzen ist auf die Erreichung des vollkommenen Rapports sowohl in der Längenrichtung für den Breitenrapport, als in dem Umfange für den Längenrapport zu verwenden. Namentlich ist hierbei zu berücksichtigen, daß ein aufgedrucktes Muster auf dem Wege von einer Walze zur anderen nicht trocknen kann und es daher nothwendig wird, die Walzen so anzuordnen, daß die Farben nicht wie beim Handdruck auf einander, sondern neben einander gesetzt werden. — Um die zum Rapport erforderliche Gleichheit der Walzendurchmesser auf das Genaueste erhalten und regeln zu können, ist vorgeschlagen, die Druckwalzen aus Kautschukzylindern zu erzeugen und durch Aufblasen entsprechend zu weiten (D. R.-P. Nr. 10 384 und 13 514).

Da der Apparat zur ununterbrochenen Bewegung des Papiers in direktem Zusammenhange mit dem Drucktische zu stehen hat und da es der Kraftersparung halber zweckmäßig ist, den letzteren mit zu bewegen, so vereinigt man diese beiden Haupttheile in der Weise, daß man das zum Transport des Papiers dienende endlose Tuch über eine entsprechend große drehende Trommel legt. Indem nun naturgemäß die Druckwalzen mit den Farbeauftragern um die Trommel gruppirt werden müssen, ergiebt sich ein allgemeines Konstruktionsprinzip für die Walzendruckmaschinen zum Bedrucken des endlosen Papiers mit einer oder mehreren Farben, das nur in den Einzelheiten der konstruktiven Durchführung Unterschiede darbietet. Daher mag die in Fig. 166 dargestellte Konstruktion von Hummel in Berlin zur Erklärung einer Walzendruckmaschine dienen, welche sechs Farben aufdruckt. Man erkennt zunächst in A die gußeiserne Trommel, welche als Drucktisch dient und von dem endlosen Tuche M umgeben ist, das, durch die Walzen B und C geführt, sowie durch B vermittelst der Schrauben D glatt gespannt, an der Bewegung der Trommel Theil nimmt und dadurch das von der Walze R ablaufende, über vier Führungs- und eine Transportwalze E geführte Papier P in gehöriger Weise durchzieht. Um die Trommel A liegen fast gleichmäßig vertheilt die Druckwalzen 1, 2, 3, 4, 5, 6, welche in Gabellagern der Schlitten S ruhen und durch Zahnräder angetrieben werden, die in ein gemeinschaftliches, an der Trommel A sitzendes großes Zahnrad eingreifen. Die Farben befinden sich in den sechs Behältern K und gelangen durch die in den Behältern sich drehenden Walzen o an die Farbetücher n, von denen die überflüssige Farbe durch die Schaber k abgestreift und in die Behälter zurückgebracht wird. Die Farbetücher erhalten ihre Bewegung durch die Walzen w in der Richtung der Pfeile, und ihre glatte und gespannte Lage durch die Schrauben w^1, mit welchen die Walzen x zu stellen sind. — Zur Erzielung des Rapports haben die Druckwalzen eine Stellvorrichtung an den Zapfen, welche in Klötzen gelagert sind, die sich an den Schildern S durch die Schrauben V radial und die Schrauben u tangential zur Trommel A verstellen lassen. Außerdem sind die Farbekasten K mit den daran befestigten Schildern S auf den Unterlagen vermittelst der Schrauben Z verschiebbar. — Das Papier, welches über die Walze B aus der Maschine geführt wird, gelangt ohne Weiteres in den Trockenapparat.

Bezüglich der Leistung der vorstehend beschriebenen Maschine genügt die Angabe, daß die Trommel A etwa 66 cm im Durchmesser, also 2 m Umfang hat und sich 20= bis 25 mal in der Minute dreht, wonach also in dieser Zeit 40 bis 50 m Papier bedruckt werden.

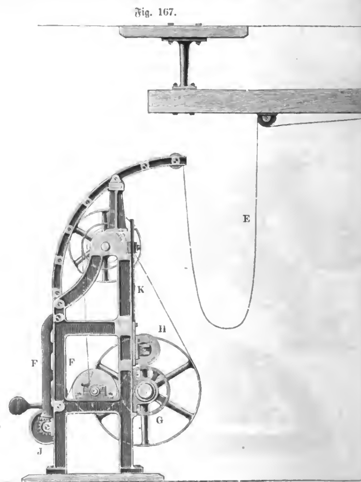
Fig. 166.



Wesentlich einfacher gestaltet sich die Walzendruckmaschine, wenn es sich nur um das Aufdrucken einer Farbe handelt, wie zur Fabrikation der sog. Kattunpapiere. Man vereinigt sie dann aber zweckmäßig mit einer Maschine zum Aufrollen, welche so weit von der Druckmaschine entfernt steht, daß auf dem Wege von dieser zu jener das Papier gehörig trocknen kann. Diese Anordnung

von Flinsch zeigt Fig. 167. Die gemusterte Druckwalze B erhält die Farbe von dem bei a angebrachten Farbwerke durch eine Farbwalze. Das Rollenpapier läuft von der Rolle A ab und mit dem endlosen Gummituche DD unter der Gußeisenwalze C durch, welche dasselbe gegen die Dessinwalze preßt und zwar mit Hülfe des Gewichtes Q, welches mit Hebelübersetzung das Lager

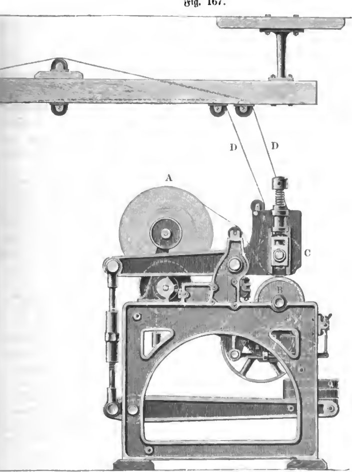
Fig. 167.



von C abwärts preßt. Mit demselben Tuche D bewegt sich das Papier E sodann eine Strecke durch die Luft, um auf die Rollmaschine zu gelangen, in welcher es durch den Spannapparat FF gespannt, auf die Rolle H aufläuft, welche von der Walze G gedreht wird, während sie sich an dem Gestelle K in die Höhe schiebt. Vermöge des Handrades J wird der Spannapparat geregelt.

Wenn zwar die Walzendruckmaschinen geeignet sind, das Aufdrucken einer größeren Anzahl von Farben mit geringstem Zeitaufwande zu bewerkstelligen, so unterliegt doch ihre Anwendung namentlich deshalb einer erheblichen Beschränkung, weil die Erreichung eines vollkommenen Rapports um so schwieriger wird, je mehr die Zahl der Druckwalzen wächst, weil sich das Papier unter jeder

Fig. 167.



Walze etwas streckt und daher den Rapport fast unmöglich macht. Besonders hinderlich für die Anwendung einer größeren Anzahl von Druckwalzen ist aber noch der Umstand, daß jede Farbe eine eigene Walze verlangt, auch dann, wenn diese Farbe sich nur selten wiederholt, oder über sehr wenig Fläche reicht. Aus diesen Gründen ist man bis jetzt über 30 Druckwalzen nicht hinübergegangen,

sondern in den Fällen, wo mehr als 30 Farben aufzudrucken sind, auf den Plattendruck zurückgekommen, oder hat diesen mit dem Walzendrucke verbunden. Weil bei sehr reichen Mustern der Plattendruck überhaupt nicht entbehrt werden kann, so sind auch Vorrichtungen entstanden, welche eine Beschleunigung des Plattendruckes bezwecken. Unter diesen ist die Plattendruckmaschine von Wolff in Leipzig hervorzuheben (D. R.=P. Nr. 23059), bei welcher die Form von zwei Druckern in rascher Aufeinanderfolge benutzt wird (Dingl. pol. Journ. 250, 393).

2. Gesprengtes und gezogenes Buntpapier.

Wenn man eine passend zubereitete, flüssige Farbe in Tropfen auf eine horizontale Fläche bringt und auslaufen läßt, so bilden sich runde Farbflecke, welche unter der Voraussetzung, daß sie sich nicht decken, zwischen sich die Grundfarbe der genannten Fläche als unregelmäßige Streifen sichtbar lassen und dadurch mit diesen gewisse Zeichnungen hervorbringen, deren Charakter wesentlich von der Farbe, Größe, Vertheilung und Form der Farbenflecke (Augen, Tupfen), als auch von der Farbe und dem Verlaufe der aderartig erscheinenden Streifen (Adern) bedingt wird. Beachtet man dabei, daß man ebenso wenig auf die Anwendung einer Grundfarbe, als auf den Gebrauch von Tropfen einerlei Farbe beschränkt, vielmehr im Stande ist, mehrfarbigen Grund mit Tropfen von beliebigen Farben zusammenzubringen, daß man daneben durch mechanische Eingriffe noch gewisse Verschiebungen, Lagenänderungen und Gestaltverwandlungen hervorrufen kann, die sich unter Anderem durch scharfe oder verschwommene 2c. Umrisse der Tupfen zu erkennen geben, so begreift man, daß in diesem einfachen Vorgange ein Mittel liegt, welches Zeichnungen von besagtem Charakter in unbegrenzter Mannigfaltigkeit zu erzeugen gestattet und, zur Herstellung von Buntpapier benutzt, eine ebenso große Vielseitigkeit in der Musterirung desselben ermöglicht. — Da nun in der That das angedeutete Verfahren mit einfachen Hülfsmitteln für den in Rede stehenden Zweck anwendbar gemacht ist, so bildet es nunmehr die Grundlage der Fabrikation mehrfarbiger Buntpapiere. Weil die letzteren hierbei ein Ansehen erhalten, welches mit dem bunten Marmor, übrigens auch mit anderen Steinarten (Syenit, Granit, Achat 2c.), sowie Thierfellen (Leopard) große Aehnlichkeit besitzt, so heißt die ganze Gruppe dieser Buntpapiere Marmorpapier und die verschiedenen Arten Syenit=, Granit=, Achat=, Leopard= 2c. Papier; durch entsprechende Verschiebungen 2c. erhält man Farbenstreifen (Federn), herz= und blattförmige Zeichnungen (Bouquets), Locken, Sicheln oder Lünetten u. dergl. und dadurch: gefederter oder Federmarmor, Bouquet=, Lünetten=, Pfauenauge=, Büschel= 2c. Marmorpapier; endlich entstehen durch Verbindungen der genannten Arten die Phantasie=, Marokko=, Türkisch=, Antik=, Wanda=, Gustav= u. s. w. Marmorpapiere.

Der einfachste Weg zur Herstellung von Marmorpapier scheint naturgemäß derjenige zu sein, bei welchem man auf weißes, gefärbtes oder gestrichenes Papier in gewisser Reihenfolge flüssige Farben in Tropfenform aufsprengt. Er=

fahrungsgemäß führt dieser Weg unvollkommen zum Ziele, weil die Tropfen auf dem festen Papiere schnell erstarren, daher zu bald die für die gute Abrundung und gefällige Formbildung erforderliche Beweglichkeit verlieren und verhindert werden, durch Aneinanderfließen die eigenartigen, warmen Figuren zu bilden, welche das Marmorpapier auszeichnen soll. Es gestalten sich hierbei vielmehr die Zeichnungen zerrissen, hart und schwunglos. — Fallen die Farbetropfen dahingegen auf eine weiche, flüssige Fläche, so gewinnen sie Zeit, sich naturgesetzmäßig abzurunden, und, weil sie auf der Unterlage schwimmen und treiben, sich gegenseitig abzustoßen und zusammenzuschieben zu höchst wirkungsvollen, warmen und schwungvollen Zeichnungen. Aus diesem Grunde ist das erste direkte Verfahren selten, dahingegen dasjenige allgemein gebräuchlich, bei welchem der Marmor zunächst auf einer Flüssigkeitsfläche (Grund) hergestellt und darauf von dieser auf das Papier übertragen wird. Es handelt sich bei der Marmorirung nach letzter Methode daher:

1. um die Zubereitung des Grundes und der Farben;
2. um die Bildung des Marmors; und
3. um die Uebertragung des letzteren auf das Papier.

α. Zubereitung des Grundes und der Farben. — Zwischen den Farben und dem Grunde muß in so fern vor Allem eine Abhängigkeit bestehen, als die auf den Grund gebrachten Farbetropfen weder untersinken, noch sich mit der Grundflüssigkeit vermischen dürfen; sie sollen vielmehr auf der Oberfläche schwimmen und so beschaffen sein, daß sie leichter am Papiere, als am Grunde haften bleiben. Allen Farben, die wegen ihres höheren spezifischen Gewichtes untersinken würden, muß man demnach einen Auftrieb geben, indem man entweder die Grundflüssigkeit verdickt, oder die Farben mit Substanzen vermischt, welche dieselben schwimmend erhalten. In der Praxis geschieht stets beides gleichzeitig und darum bildet der Grund eine dicke, schleimige Flüssigkeit (gomme), und jede Farbe eine hierauf schwimmende, flüssige Masse.

Zur Herstellung des Grundes eignet sich besonders wegen ihrer schleimigen, tragenden Eigenschaft eine Auflösung von Tragantgummi, die man dadurch erzeugt, daß man ausgesuchte, reine Tragantstücke mit der 50fachen Menge (20 g auf 1 Liter) destillirtem oder Regenwasser übergießt, damit unter öfterem Umrühren zwei bis drei Tage bei gewöhnlicher Temperatur stehen läßt und dann durch ein Haarsieb gießt, um die Flüssigkeit rein und gleichmäßig zu erhalten. Zum Gebrauche muß sie gewöhnlich, je nach der Marmorart, noch mit Wasser verdünnt werden, worüber die Erfahrung des Arbeiters entscheidet. — Statt des Tragantgrundes benutzt man auch wohl Abkochungen von sog. Karraghen-Moos, die man gewinnt, indem man gut gewaschenes Moos mit etwa 80- bis 100facher Wassermenge erst über Nacht einweicht und darauf so lange gelinde kocht, bis alles gelöst ist. Hierauf durchgeseiht, behandelt man die Flüssigkeit wie oben. — Viel in Gebrauch steht ein Flohsamenaufguß, den man durch Aufgießen von 1 Liter siedendem Wasser auf 20 g Flohsamen, $^1/_4$ stündiges Umrühren, einstündiges Stehenlassen und Durchseihen erhält und durch Wasserzusatz auf die richtige Stärke bringt. — Uebrigens wird Flohsamenabsud häufig mit Tragantschleim vermischt. — Zur Konservirung der leicht verderbenden Grund-

flüssigkeiten mischt man denselben auf 10 Liter etwa 5 g in Alkohol gelöste Salizylsäure zu. — Zum Gebrauche gießt man den Grund in einen 3 bis 4 cm tiefen Trog aus Holz, mit Zink- oder Bleiblech (baquet à marbrer) ausgeschlagen, aus Oelpappe, oder aus emaillirtem Blech, dessen Größe sich nach dem Formate des Buntpapiers richtet, dessen Boden von heller, weißer Farbe sein soll, um die Farbenwirkung auf der Oberfläche des Grundes deutlich sehen zu können.

Damit die Farbtropfen nicht nur auf dem Grunde schwimmen, sondern sich auch vollkommen frei bewegen (treiben) können, ist nur erforderlich, sie mit halbfettigen oder seifigen Substanzen zusammenzubringen, welche eine möglichst geringe Adhäsion mit der Grundmasse besitzen und zugleich je nach der Zusatzmenge eine Vergrößerung oder Verminderung der Treibkraft zulassen, da zur Erzeugung bestimmter Formen die Treibkraft bemessen werden muß und zwar gewöhnlich nach der Regel, daß in der Reihenfolge, in welcher die Farben aufgebracht werden, ein größerer Zusatz von Treibflüssigkeit erfolgt. — Weil nach S. 428 der Galle in hohem Maße die genannten Eigenschaften innewohnen, so bildet sie, nach der ebendaselbst angegebenen Art zubereitet, die wichtigste Treibflüssigkeit. — Aehnlich wie Galle wirkt eine Lösung von Seife, die man dadurch erhält, daß man fein geschabte venetianische oder sonstige zähe Oelseife mit der gleichen Gewichtsmenge Regenwasser übergießt und unter täglichem Umrühren bis zur Lösung (8 bis 14 Tage) stehen läßt. — Als drittes Treibmittel ist hier noch Wachs anzuführen, da dasselbe besonders geeignet ist, die schweren Mineralfarben schwimmend zu machen und außerdem das Aussehen der Farben wesentlich durch Erhöhung des Glanzes zu verbessern. Um das Wachs in die brauchbare Form zu bringen, wird es entweder mit Terpentinöl (10 Thle. Wachs, 1 Thl. Terpentinöl) geschmolzen und in einer Reibschale bis zum Erkalten gerieben, so daß eine dünne Salbe entsteht, oder nach einer neuen Vorschrift, indem man dasselbe mit Weinsteinlösung behandelt. Zu dem Zwecke löst man 250 g Weinstein in 3 Liter Wasser und fügt über gelindem Feuer 1 kg klein geschnittenes, gelbes Wachs unter anhaltendem Rühren hinzu. Ist letzteres geschmolzen, nimmt man das Gefäß vom Feuer, setzt das Rühren bis zum Kaltwerden fort, trennt das nicht aufgenommene Wasser von der Wachspomade und hebt diese zum Gebrauche auf. — Diesem sog. Naßverfahren steht ein Trockenverfahren zur Vorbereitung des Wachses gegenüber, welches in Bezug auf die Wirkung des Wachses jenes bedeutend übertreffen soll, da es das Wachs in eine fein vertheilte, schwammige Masse verwandelt. Man schmilzt 8 Thle. gelbes Wachs mit 1 Thl. weißer, fein geschabter Kernseife in einem emaillirten Topfe bei gelinder Wärme unter stetigem Umrühren zusammen, nimmt nach vollständiger Schmelzung das Gefäß vom Feuer, rührt die Masse unter Zufließen eines kalten Wasserstrahles, bis sie vollständig erstarrt ist, und schüttet sie dann schnell in ein größeres Gefäß mit sehr kaltem, durch Salzsäure etwas angesäuertem Wasser, so daß sie plötzlich ganz abkühlt. Das sich hierbei mehlartig abscheidende Wachs wird durch Waschen mit kaltem Wasser von der Säure befreit, zum Abtropfen auf ein Brett oder einen Seiher gegeben und dann zum Gebrauche an einem kühlen Orte aufbewahrt. — Außer den genannten Treibmitteln steht noch eine große Anzahl anderer hier und da in Verwendung, wesentlich zu dem Zwecke, den genannten Hauptmitteln zur Hervor-

bringung gewisser Eigenschaften zugesetzt zu werden. Namentlich gebraucht man Seifenspiritus, Petroleum, Oele, Paraffin, Stearin u. dergl., also Substanzen, welche die Wachspomade ersetzen sollen, im großen Ganzen aber entbehrlich erscheinen.

Eine für die Erzeugung der richtigen Marmorirung sehr wichtige Arbeit ist das Vermischen der Farbe mit Wasser und Treibmitteln (Ansetzen der Farbe), weil es hierbei, abgesehen von der Wahl der Farben und ihrer Reihenfolge, besonders auf die Menge des zuzusetzenden Wassers und der Treibmittel ankommt. Da das hier zu beobachtende Verhältniß sehr wechselt, nach der Beschaffenheit der Farben in Bezug auf Ton, Feinheit, spezifisches Gewicht, nach Wahl, Stärke und Alter der Treibmittel und selbst nach der Konsistenz des Grundes, so wird dasselbe lediglich auf Grund persönlicher Erfahrung durch Versuche ermittelt, weshalb besondere Angaben darüber zwecklos sind. Nur über das Ansetzen selbst mag erwähnt werden, daß man zunächst die Farben mit destillirtem Wasser aufs Feinste reibt (S. 429) und in größeren Mengen als dünnen Teig in gut verschlossenen Gefäßen aufbewahrt. Zum Gebrauche wird dann erst eine kleine Menge in ein Farbnäpfchen gebracht, mit Wasser angemengt und tropfenweise mit dem flüssigen Treibmittel (besonders Galle) vermischt, bis eine auf den Grund getropfte Probe die richtige Zubereitung an dem Verhalten der Tropfen zeigt. Nach diesem Verhältnisse bereitet man dann größere Mengen, die sich auch später noch durch Zusatz von Wasser oder Treibmitteln verbessern lassen. Soll Wachs, nach dem trockenen Verfahren bereitet, angewendet werden, so mischt man erst das Wachs mit den Farben (auf 100 Thle. Farbe 1 bis 5 Thle. Wachs) und fügt darauf Wasser zu.

β. Bildung des Marmors. — Zur Bildung des nach bestimmten Mustern anzuordnenden Farbenteppichs ist erforderlich, die betreffenden Farben in Tropfenform und einer gewissen Reihenfolge so auf den Grund zu werfen, daß ein gehöriges Treiben den erwünschten Erfolg herbeiführt. Was hierbei zunächst die Reihenfolge der Farben anbetrifft, so gilt, im Einklang mit dem Ansetzen, als Grundsatz, jede nachfolgende Farbe mit größerer Treibkraft auszustatten, damit sie im Stande ist, die vorher aufgebrachten Tropfen zusammenzutreiben und somit satter im Ton zu machen. Daraus folgt zugleich, daß in der Reihenfolge stets die leichteren, sowie helleren Farben voranzugehen haben, weil sie zum Schwimmen am wenigsten Treibmittel nothwendig machen und daß man bei gleich leichten und hellen Farben durch den Zusatz von Treibmitteln künstlich einen Unterschied erzeugt. Ferner ergiebt sich hieraus die Möglichkeit, durch passende Vertheilung in der Stärke der Treibmittel einzelne Farbtupfen so zusammenzudrängen, daß sie nur noch als Streifen erscheinen, welche vielfältig gewunden, die wahren Adern ausmachen, im Gegensatze zu den falschen oder lichten, die von ungedeckten Flächen des Grundes herrühren.

Da an einem, in eine Flüssigkeit eingetauchten, Stäbchen beim Herausziehen Tropfen hängen bleiben, deren Größe unter gleichen Umständen abhängt von der Tiefe des Eintauchens und der Dicke des Stäbchens, indem sich an dünnen Stäbchen nur kleine, an dickeren dahingegen größere Tropfen anhängen, so ist zum Ausbringen der Farbetropfen auf den Grund nichts geeigneter als ein

Bündel von Stäbchen, welche je nach der Größe der gewünschten Tropfen ausgewählt werden. Am zweckmäßigsten fertigt man solche Bündel aus feinen oder groben Borsten oder aus sonstigem Bürstenmateriale (Reisstroh, Piassava) in der Gestalt von Pinseln, Bürsten und Besen an, die außerdem, je nachdem die Borsten ꝛc. dicht oder weit eingesetzt sind, in Bezug auf die Tropfenbildung noch verschiedene Wirkungen hervorbringen. Zum Gebrauche taucht man diese Besen in die gehörig umgerührte Farbe und schlägt sie über dem Papiere gegen einen festen Gegenstand, oft nur gegen die Hand, gewöhnlich gegen einen in der Hand gehaltenen Stab, wodurch die aufgenommene Farbe in Tropfen aufgesprengt wird (woher auch der Name gesprengtes Buntpapier). Weil bei dem Aufsprengen die Gewalt und die Richtung, mit welcher die Tropfen auffallen, die Gestaltung, und die Höhe, aus welcher sie kommen, den Abstand zwischen denselben beeinflussen und bestimmen, so hat der Marmorirer in der richtigen Ausnutzung und Beachtung dieser Umstände neben der Farbenauswahl ausgiebige Mittel in der Hand, die große Mannigfaltigkeit zu erzielen, welche die Marmorpapiere auszeichnen.

Die Bewegbarkeit der Tropfen auf dem Grunde, in Verbindung mit einer verhältnißmäßig großen Zähigkeit derselben, läßt noch bedeutend weitergehende Verschiebungen und Formveränderungen durch mechanische Eingriffe zu, deren ganzes Wesen in der Erscheinung besteht, daß die Farbtropfen einem durch den Teppich hinziehenden Stäbchen folgen und in der Weise nachschleppen, daß sich die Tupfen in Streifen verwandeln. Zieht man daher mit einem oder einer Anzahl von Stäbchen, welche kammartig an einem Rücken befestigt sind (Kamm), durch den aufgesprengten Marmor, von einer Seite des Marmorirkastens zur anderen hin und her, so verwandelt sich der Marmor in lauter Farbstreifen, deren Verlauf mit der Richtung der Kammbewegung zusammenfällt, also sowohl geradlinig als krumm, wellenförmig u. s. w. sein kann. Wiederholt man darauf mit demselben Werkzeuge eine Bewegung rechtwinkelig zu den gebildeten Streifen, so werden diese durchfurcht, indem die Kammzähne die einzelnen Farbenstreifen fassen, spitz ausziehen und zwischen sich mondsichelartige Figuren (Lünetten) ☾☾ ☾☾ zurücklassen, welche im Zusammenhange als Federn den Grundcharakter des bekannten Kammarmors ausmachen. Die Größe der Lünetten, d. h. ihre Breite sowohl als die Länge der Sichelspitzen (Federn), hängt ab von dem Abstande (Bahnbreite) und der Dicke der Kammzähne, von der Tiefe, mit welcher sie eintauchen, von der Geschwindigkeit, mit welcher sie gezogen werden u. s. w., so daß sich durch die hier gebotenen Verschiedenheiten bereits ein großer Wechsel in der Figuration erreichen läßt. — Da nun ferner die Tropfen des Naturmarmors oder die Streifen des gezogenen Musters den Kammzähnen auch folgen, wenn sie, an beliebiger Stelle eingesetzt, so bewegt werden, daß sie Kreise, Ellipsen, Schneckenlinien u. dergl. beschreiben, so bietet diese Bewegung ein weiteres Mittel zur Erzeugung eines großen Figurenreichthums (geschweifter Marmor), der namentlich als Bouquet-, Büschel- und Pfauenaugenmarmor geschätzt ist. — Beabsichtigt man hierbei eine große Regelmäßigkeit in den Figuren, so werden die Farben nicht aufgesprengt, sondern vermittelst Stäbchen

aufgebracht, die in gleichem Abstande von einander in mehreren Reihen an einem Rahmen von der Größe des Marmorkastens sitzen und so eine Egge bilden, die in die Farben getaucht und darauf behutsam mit den aufgenommenen Farben in den Grundspiegel gesenkt wird, auf dem die Farbentropfen sich dann zu Tupfen

r b r b r b r b
r g r g r g r
r b r b r b r b
r g r g r g r
r b r b r b r b

von großer Regelmäßigkeit ausbilden. Selbstverständlich kann man die Farben zur Darstellung dieses Eggemarmors dadurch regelmäßig vertheilen, daß man die verschiedenen Stäbchen in einer gewissen Reihenfolge in besondere Farbenäpfchen eintaucht, die z. B. nach beistehendem Schema aufgestellt sind, wobei in dem Schema *r* roth, *b* blau und *g* grün bedeutet.

γ. Aufbringen des Marmors auf das Papier. — Nachdem auf eine der vorher beschriebenen Arten das Muster auf dem Spiegel des Grundes gebildet und zur Ruhe gekommen ist, wird dasselbe dadurch auf das Papier übertragen (Abheben), daß man das letztere ohne Verletzung des Farbengebildes auf den Marmor legt und wieder abnimmt, nachdem sich die Farben mit dem Papiere verbunden haben. Um einerseits ein vollständiges Anschmiegen des Papiers an die Farbenschicht, andererseits ein sicheres Anhaften der letzteren ohne Verletzung und Verschiebung der Figuren zu erreichen, ist nicht nur ein vorsichtiges Auflegen des Papiers erforderlich, sondern letzteres auch in einen geschmeidigen, die Farben leicht fassenden Zustand zu bringen. — Um beim Auflegen keine Luft zwischen Papier und Farbe einzuschließen, darf dieses nie mit der ganzen Fläche auf einmal, sondern nur nach und nach aufgebracht werden, entweder in der Weise, daß man den Bogen an zwei gegenüberliegenden Ecken hochhält, dann mit der Mitte erst auflegt und nun die Ecken gleichmäßig nachsenkt, oder indem man den Bogen erst mit einer Ecke auflegt und darauf die andere Ecke behutsam und derart senkt, daß der Bogen sich vollkommen anlegt. Unmittelbar nachdem die Senkung stattgefunden, hebt man den Bogen dadurch ab, daß man ihn an der zuerst gesenkten Ecke faßt und allmählich, ohne die geringste Verschiebung, abrollt. — Damit sich das Papier leicht, geschmeidig, ohne Lücken und Blasen anlegt, ist nur nothwendig, dasselbe zu feuchten. Weil zugleich dadurch das Anhaften der Farben gesichert wird (S. 433), so muß das Papier auch hier auf die a. a O. angegebene Weise durch Feuchten vorbereitet werden.

Wenn zur unveränderten Erhaltung des auf dem Grunde liegenden Marmors das Abheben (Auflegen und Abziehen) des Papiers ohne Schwanken zu geschehen hat, so kann man umgekehrt durch gewisse Seitenbewegungen während der Operation des Abhebens noch weitere Farbeneffekte gewinnen. Insbesondere wird auf solche Weise der sog. griechische, gewässerte oder Wellenmarmor hervorgebracht, der sich durch sanft verlaufende, schräg auf dem Bogen liegende Parallelstreifen (Wellen) von abwechselnd helleren und dunkleren Partien kennzeichnet.

Zur Erzeugung desselben wird der Bogen, wie oben angegeben, zuerst mit einer Ecke auf den Farbeteppich gebracht und die zweite Ecke nachgesenkt; während dies geschieht, d. h. von dem Augenblicke an, in dem die erste Ecke die Farbe berührt, ertheilt der Arbeiter dieser ersten Ecke ruckweise horizontale Schwankungen, indem sich seine Hand kurz und sanft hin und her bewegt; zugleich wird dann der Bogen mit jeder solchen Bewegung um ein entsprechendes Stück, also ruckweise, aufgelegt. Nach dem darauf folgenden, in einem Zuge vorgenommenen Abziehen des Bogens erscheint das Farbenbild mit den bezeichneten Wellen. — Diese Wellen lassen sich endlich kräuseln, indem man während des Abhebens dem Marmorirkasten eine Erschütterung ertheilt, oder das Papier durch sog. Kniffung, d. h. Bildung von Falten in der Form /\/\/\/\/\/\ einmal von einer Seite zur anderen und dann rechtwinkelig dazu vorbereitet. — Wird endlich das Papier, wie oben bei der Bildung der Wellen, ruckweise gesenkt und dabei, aber ohne Schwankungen, jedesmal um 1 bis 3 cm parallel einer Seite und dem gehobenen Ende zu vorgeschoben, so erhält man den Schleppmarmor mit länglich gezogenen Tupfen.

Im Anschlusse an die ausführlich erörterten Darstellungsmethoden der ein- und mehrfarbigen Buntpapiere mögen hier noch einige andere Verfahrungsarten beschrieben werden, welche der Anfertigung besonderer Buntpapiere zu Grunde liegen.

Herrnhuterpapier. — Man rührt die Farbe mit Kleister an (Kleistermarmor) und streicht sie dünn auf ein mit Wachstuch überzogenes Brett; desgleichen bestreicht man den Papierbogen mit derselben Farbe, legt ihn mit der Farbenseite auf die andere Farbe und zieht ihn wieder ab, wobei sich die Farbe in den verschiedensten Zeichnungen, aber stets als Verästelung, anhäuft und vertheilt. Nimmt man statt des Wachstuches einen zweiten Papierbogen als Unterlage, so entstehen zugleich zwei Bogen von fast gleichem Aussehen.

Maserpapier, Fladerpapier. — Dieses Papier ist eine Nachahmung der Masern verschiedener Holzarten und wird einfach dadurch erzeugt, daß man ein mit der entsprechenden Grundfarbe gestrichenes Papier, auf der Rückseite angefeuchtet, auf ein schräg gestelltes Brett mittelst Bürsten glatt anlegt, darauf mit schwarzen Farbetropfen bespritzt und diese unter stetigem Wenden und Neigen des Brettes, sowie Nachspritzen von Wasser, ablaufen läßt. Neuerdings benutzt man zur Herstellung solcher Masern auf Papier Maserwalzen aus Leder oder Kautschuk.

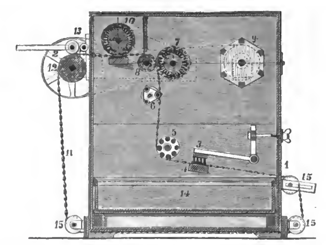
Irispapier. — Die Färbung dieses Papiers besteht in einer Anzahl Streifen von verschiedenen (2 bis 6) Farben, welche mit den Rändern in einander übergehen und somit allmähliche Farbenübergänge bilden. Man erzeugt es dadurch, daß man erst mit einer kammartigen Bürste (Streifenzieher, S. 431) die neben einander gestellten Farben aufnimmt und streifenartig auf das Papier bringt und dann die entstandenen Streifen vermittelst einer trockenen Pferdehaarbürste in der Längenrichtung unter fortwährendem Hinundherbewegen der letzteren überfährt.

Sammt- oder Velourspapier (papier velouté) nennt man Papier, welches entweder auf der ganzen Fläche, oder gemustert mit Wollstaub (S. 424) bedeckt ist. Man stellt es dadurch her, daß man die zu bedeckende Fläche mit einem dicken, schnell trocknenden Leinölfirnisse bestreicht oder bedruckt und sofort

mittelst eines Siebes mit Wollstaub bestreut. Nach dem Trocknen wird die nicht festgeklebte Wolle abgeschüttelt und abgebürstet.

Metallpapiere. — Hierunter sollen diejenigen Papiere verstanden werden, deren Oberflächen ganz mit Metallen überzogen sind. Man unterscheidet dabei solche mit aufgelegtem Blattmetalle und solche mit aufgestrichenem Metallpulver (Bronze, S. 424). — Zu der ersten Gattung gehört das echte und unechte Gold- und Silberpapier, je nachdem man zu seiner Anfertigung echtes Blattgold und Blattsilber oder Blattmessing oder Blattzinn benutzt. Zur Herstellung desselben überzieht man das Papier bogenweise zunächst mit einem Grunde, welcher bei Gold aus einer Mischung von Ocker oder Bolus, auch Umbra mit Zinnober, bei Silber aus Zinkweiß mit einer Leimlösung besteht und den Zweck hat, eine vollkommen glatte Fläche zu bilden, um den hohen Glanz der Metalle zu ermöglichen. Diesen Ueberzug (Poliment) reibt

Fig. 168.



man nach dem Abtrocknen mit Schachtelhalm ab oder glättet ihn im Glanzkalander, bestreicht ihn zum Zwecke des Belegens mit dünnem Leimwasser, dem ein wenig Glyzerin zugesetzt ist, und bedeckt ihn nach und nach mit den Metallblättern unter der Vorsicht, daß sich diese genau an einander legen. — Die gestrichenen Metallpapiere werden wie die schlichten Buntpapiere in der Weise hergestellt, daß man statt der Farbe Bronzepulver mit Leimwasser zusammenreibt und aufträgt.

Buntpapier mit Metallmustern. — Vielfach erhält Buntpapier Muster von Gold, Silber, Bronze &c. und zwar entweder aufgesprengt (Gold &c., Marmor) oder bedruckt, je nachdem diese Metallfiguren frei vertheilt oder in geometrischer Anordnung vorhanden sein sollen. Für den ersten Fall überstreicht man das fertige Buntpapier mit dünnem Gummiwasser und legt an passenden Stellen mit einem weichen Pinsel Abfall von Blattgold &c. auf, das eintrocknet;

auch kann man Bronze mit Ochsengalle auf den Marmor sprengen. — Für den zweiten Fall wird das Muster mit Gummilösung oder Leinölfirniß mit Walzen, oder auf Stein in der lithographischen Presse vorgedruckt und dann mit Blattmetall belegt oder gewöhnlicher mit Bronze bestreut. Um hierbei Verlust an Metall durch Verstäuben zu vermeiden, werden allgemein Bronzirmaschinen zum Aufstreuen angewendet, die, in Einzelheiten verschieden, sämmtlich die Anordnung besitzen, daß das Papier bogen- oder bahnweise durch einen Kasten geführt wird, in dem ein Aufstreuer und Vorrichtungen zum Abstreifen der überflüssigen Bronze die Hauptarbeitstheile bilden. — Fig. 168 (a. v. S.) stellt eine Bronzirmaschine von Flinsch in Offenbach schematisch dar. Das bedruckte Papier tritt bei 1 in einen viereckigen Holzkasten ein, wendet sich um die Führungswalzen 5 und 8, um bei 2 den Kasten zu verlassen. Beim Eintritte wird dasselbe aus der mit feinem Drahtgewebe überzogenen, sich langsam drehenden Trommel 9 mit Bronze bestreut, die durch die Bürste 3 vertheilt wird. Ein aus drei Latten bestehender Schläger 6 schüttelt durch seine Drehung von dem Papier die weitere Bronze ab, während die Walzenbürsten 7 und 10 die noch anhängende, überflüssige Bronze abbürsten. Der Antrieb sämmtlicher Theile erfolgt von der Riemscheibe 13 durch zwei seitwärts angebrachte, endlose Ketten 1, 4, 8, 12, 11, 15 und entsprechende Riemen auf 7, 9, 10 und 6. Die abgekehrte Bronze sammelt sich in dem Schubkasten 14. Die Papierbahn wird darauf zum Trocknen nach der Hängemaschine geführt. — Eine für Bogen bestimmte, vorzüglich arbeitende Bronzirmaschine, von Heim in Offenbach, besitzt einen Walzenaufstreuer, Walzenbürsten zum Vertheilen und Abbürsten, sowie eine Trommel zum Bewegen der Bogen (D. R.-P. Nr. 15854 und 18023). — Sherman (Dingl. pol. Journ. **248**, 198) führt die abgestäubte Bronze vermittelst einer Transportschnecke stets wieder auf den Aufstreuer zurück.

C. Nacharbeiten.

Da das Buntpapier entweder in Folge des freien Trocknens oder von Formtheilen der Druckformen oder durch das Aufbringen der Farben in verschiedenen Dicken (beim Marmorpapier) Runzeln, Falten, Eindrücke und sonstige Unebenheiten angenommen hat, welche die Schönheit wesentlich beeinträchtigen, da ferner fast alle Farben durch einen gewissen Glanz ein verschiedenes Ansehen gewinnen, das sich nach dem Grade des Glanzes richtet, da in manchen Fällen der farbige Ueberzug gegen Angriffe geschützt werden soll, da endlich eine große Menge Buntpapier außer den Farben für bestimmte Verwendungszwecke noch besondere Musterungen durch Erhabenheiten und Vertiefungen erhält, so ist es nothwendig, dasselbe noch Nach- oder Vollendungsarbeiten zu unterwerfen, welche die genannten Eigenschaften erzeugen, und bestehen:

1. in Glätten und Glänzen;
2. in Lackiren, Gelatiniren ꝛc.;
3. in Pressen und Prägen.

1. Glätten und Glänzen.

Das Glattmachen der Papieroberfläche kann entweder dadurch erfolgen, daß man alle Unebenheiten gewaltsam durch Druck beseitigt, oder daß man sie mit besonders hierfür geeigneten Körpern abreibt.

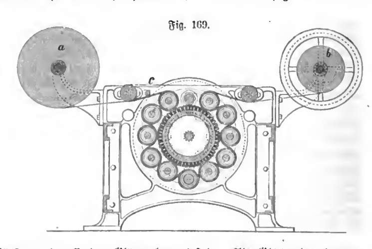
Das erste Verfahren stimmt also mit dem überein, was S. 292 u. f. über das Glätten von Papier im Bogen und in langen Bahnen aus einander gesetzt wurde, und bedarf nur in so fern einer Ergänzung, als noch die Anwendung des Steinglättens zur Hervorbringung des höchsten Glanzes zu erwähnen ist, das man entweder mit der Hand oder mit der Maschine ausführt. In beiden Fällen dient als Werkzeug ein äußerst glatter und harter Stein (Feuerstein, Achat u. dergl.), der mit einer zylindrisch abgerundeten Fläche unter gehörigem Drucke über das auf einer glatten Unterlage (Glättisch) liegende Papier hin- und hergezogen oder, als Walze geformt, gerollt wird. Den Druck empfängt der Glättstein am einfachsten und am sichersten von einem federnden Brette, das unter der Decke des Arbeitsraumes angebracht ist und mit dem durch ein Gelenk eine vertikal hängende Stange (Glättstange) verbunden ist, welche am unteren Ende den Stein trägt und von dem Arbeiter oder von einer Kurbel mit Kurbelstange von der Transmission aus in schwingende Bewegung gesetzt wird (Steinglättmaschine, machine à lisser à pierre). Das Papier wird während des Glättens auf dem Tische entsprechend durch die Hand oder durch einen Schaltapparat an der Maschine verschoben und zu dem Zwecke die Papierrolle zum Abwickeln an der einen und zum Aufwickeln an der anderen Seite des Tisches so gelagert, daß das Papier entweder ununterbrochen oder ruckweise über den Tisch wegzieht. — Da nach dem Bewegungsgesetze der Kurbel die Geschwindigkeit des Glättsteins bei jedem Zuge vom Anfange der Bewegung bis zur Mitte zu- und dann bis zu Ende wieder abnimmt, so muß der Stein vom Anfange seiner Bewegung bis zur Mitte einen zunehmenden und darauf einen abnehmenden Druck erfahren, weil das Glätten nur regelmäßig ausfallen kann, wenn das Produkt, Druck mal Geschwindigkeit, konstant bleibt. Aus diesem Grunde ist das Schwungbrett das geeignetste Druckmittel und um so mehr fast ausschließlich in Gebrauch, weil der Stein in Folge der dadurch herbeigeführten Pendelbewegung keine scharfen Kanten bekommt.

Von der größten Bedeutung für das Glätten von Buntpapier ist übrigens der sog. Friktionskalander (S. 373) geworden, seitdem man ausreichende Erfahrungen im Betriebe und im Baue, insbesondere bezüglich der Geschwindigkeitsdifferenzen, gemacht hat. Vorzügliche Resultate liefert unter Anderen der Kalander von Flinsch mit drei Walzen, einer hochpolirten Hartgußwalze, einer Baumwoll- oder Papierwalze und einer gewöhnlichen Gußwalze, wovon die erste durch eine bedeutend größere Umfangsgeschwindigkeit den Glanz auf dem Papiere erzeugt, das über die drehende Baumwollwalze hinwegläuft, welche durch die dritte unterste Walze rund und glatt erhalten bleibt. Hervorzuheben ist an diesem Kalander der Umstand, daß die Bewegungsübertragung ausschließlich durch Riemen vor

sich geht, um jene, zwar kleine, aber doch oft auf dem Papiere als Streifen zum Vorschein kommenden Erschütterungen bei Zahnräderantrieb zu vermeiden. Dadurch ist die Maschine zugleich befähigt, in einer Stunde 1200 m Papier zu glätten.

Dem hochglatten, glänzenden Papier (Glanzpapier, papier lissé, *glazed paper*) steht dasjenige zur Seite, welches mit einem matten, atlasähnlichen Glanze ausgestattet ist (Satin- oder Glacépapier, papier satiné, *satined paper*), der entweder durch gewöhnliche Satinirwerke, oder (wenn auch bei Buntpapier selten, insbesondere wohl nur bei gestrichenem Papier) durch eine besondere Polirarbeit (Satiniren) erhalten wird, die in einem kräftigen Abreiben mittelst

Fig. 169.



Bürsten und passenden Glättepulvern besteht. Als Glättepulver benutzt man vorwiegend Talk, ein aus Kieselerde und Magnesia zusammengesetztes Mineral von fein schuppiger Struktur, sehr geringer Härte und eigenthümlich fettig-schlüpfriger Beschaffenheit. Neben Talk wird auch der Fasergyps (Federweiß, Federgyps), eine feinstrahlige Varietät des Alabasters von seidenartigem Glanz (nicht zu verwechseln mit Asbest, der auch den Namen Federweiß trägt), verwendet. Früher geschah das Satiniren in der Weise, daß der sehr wenig angefeuchtete Papierbogen durch ein feines Sieb mit feinstem Talkpulver bestreut und dann erst mit einer steifen, darauf mit einer weichen Haarbürste so lange gebürstet wurde, bis der gewünschte Glanz hervorgebracht war. — Neuerdings sind statt der Handbürsten Bürstenmaschinen in Aufnahme gekommen, welche eine schnelle ununterbrochene und sehr gleichmäßige Arbeit verrichten. Da letztere eine große Aehnlichkeit mit dem Streichen (S. 434) hat, so werden auch die Bürstensatinirmaschinen nach den S. 436 aufgezählten Grundsätzen angeordnet. Am besten bewährt hat sich jedoch die Konstruktion mit Walzenbürsten, und zwar entweder in der Ausführung mit einer großen oder mehreren kleinen Walzen. Der in Fig. 169 gezeichnete Querschnitt zeigt die Anordnung nach dem ersten Systeme aus der Fabrik von F. Flinsch in Offenbach. Das ungebürstete, schwach auf

einer Feuchtmaschine (S. 369) angefeuchtete Papier läuft von der Rolle *a* ab, um bei *c* mit Talkpulver bestreut zu werden, und zwar durch eine mit rauhem Schafleder überzogene Walze, welche sich der Papierbewegung entgegengesetzt dreht und dabei Talk aufreibt. Dann wird das Papier um 12 mit Filz überzogene Walzen so geleitet, daß es von sechs derselben an die im Zentrum liegende große Walzenbürste an sechs Punkten Andruck erhält, der sich durch eine Verstellbarkeit der sechs Andruckwalzen genau regeln läßt, und endlich auf *b* aufgerollt. Die Bürstenwalze dreht sich mit großer Geschwindigkeit, während sie zugleich zur Ausgleichung von Ungleichmäßigkeiten eine oszillirende Bewegung in der Achseneinrichtung erhält. Die kleinen, langsam rotirenden Walzen werden gemeinschaftlich von einer Kette bewegt. — Bei dem Systeme mit kleinen Bürstenwalzen gruppiren sich diese, gewöhnlich in der Zahl von sechs, im Halbkreise um eine große Trommel (1 m im Durchmesser), welche sich langsam dreht, als Unterlage das Papier unterstützt und an den schnell drehenden Bürsten vorbeiführt.

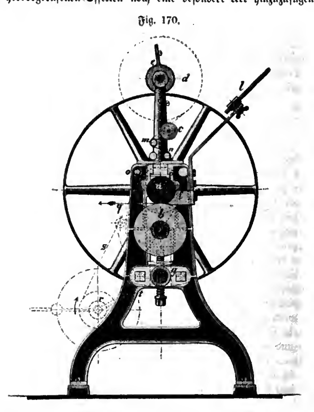
2. Lackiren und Gelatiniren.

Für eine Menge Bestimmungen ist es erwünscht, die farbige Seite des Buntpapiers entweder gegen gewisse, äußere Einflüsse (Wasser u. dergl.) zu schützen, oder zur Erzeugung einer besonderen Wirkung mit einer Decke zu versehen, die vor Allem, um den Farbeneffekt nicht zu beeinträchtigen, vollständig durchsichtig sein muß und in Folge dessen dem Papier ein glasiges Ansehen giebt, wenn sie genügend dick aufgetragen ist. Außerdem ist diese Decke aus solchen Stoffen herzustellen, welche sich leicht aufbringen lassen, ohne die Farben abzulösen oder zu verändern, schnell trocknen, ohne spröde und brüchig zu werden, und eine Decke hinterlassen, die sich mit dem Papier biegt, ohne zu reißen. Erfahrungsmäßig vereinigen sich diese Eigenschaften an einer Menge von Weingeist- und Terpentinfirnissen, weshalb diese gewöhnlich angewendet werden, indem man sie mittelst weicher, breiter Pinsel aufträgt. Man zieht in der Regel Spiritusfirnisse vor, da sie wegen des schnellen Trocknens nicht durchschlagen, hohen Glanz hinterlassen und sich auch mit einer Reihe von spirituslöslichen Theerfarbstoffen färben lassen. Insbesondere empfiehlt sich der Kopalspiritusfirniß oder der Schellackfirniß, deren Bereitung S. 428 angegeben wurde. — Einen glasartigen Ueberzug bringt man durch Gelatine hervor, die man in sehr starker Lösung (S. 425) einige Male nach jedesmaligem Austrocknen aufträgt, um eine Schicht von etwa 0,05 mm Dicke zu erhalten. Nach dem letzten Trocknen wird das Papier so lange in kaltes Wasser gebracht, bis der Gelatineüberzug aufgequollen ist und dann mit der Gelatineseite glatt auf hochpolirtes, etwas mit Oel oder Vaseline gefettetes Spiegelglas gelegt und in dieser Lage getrocknet. Von dem Glase abgehoben, erscheint das Papier porzellanartig, weil etwaige Figuren unter der Gelatine denselben Anblick gewähren, wie die Figuren auf dem Porzellan unter der Glasur.

3. Pressen.

Die Eigenschaft des Papiers, schon im trockenen, noch mehr aber im angefeuchteten Zustande Eindrücke anzunehmen und, auch nach dem Trocknen, zu behalten, bietet ein weiteres Mittel, den vorher aufgeführten, hauptsächlich durch Farben hervorgerufenen Effekten noch eine besondere Art hinzuzufügen, indem

Fig. 170.



man das Papier zwischen entsprechenden Formen preßt (gepreßte Papiere). Da man sich zuerst bei Anwendung dieses Mittels auf netzartige Verzierungen von der Gestalt der Bienenzellen (gaufre) beschränkte, so erhielt die in Rede stehende Arbeit auch den Namen Gaufriren (gaufrer, *goffer*), welcher dann auf alle solche Pressungen überging (gaufrirtes Papier, papier gaufré, *goffered paper*).

Zum Einpressen (Prägen) von Vertiefungen in Papier kann man (ganz in Uebereinstimmung mit dem Aufdrucken von Farben S. 432) entweder Platten- oder Zylinderformen anwenden, welche das entsprechende Muster vertieft

oder erhaben erhalten, da es im Grunde gleichgültig ist, ob das Papier auf das Muster oder letzteres auf das Papier gepreßt wird. — Wenn man berücksichtigt, daß bei der Bildung solcher Pressungen das Papier aus seiner Ebene gebracht werden soll, also ausweichen muß, ohne dem Druckmittel entzogen zu werden, so ist begreiflich, daß mit der eigentlichen (gewöhnlich metallenen) Preßform stets eine Gegenform (Matrize) zusammenzuarbeiten hat, in welche die erhabenen Theile der Preßform eintreten können. Je nach der Höhe und Schärfe der genannten Theile (Reliefs) genügt entweder eine einfache, nachgiebige Unterlage (Tuch, Leder, Kautschuk ꝛc.), welche nach der Pressung in ihre ursprüngliche Form zurückkehrt, oder es werden feste, entweder gar nicht, oder nur sehr wenig ausweichende Gegenformen (aus Guttapercha, Papier, Blei, Kupfer, Messing, Eisen, Stahl ꝛc.) erforderlich.

Um den zur Hervorbringung der Pressungen erforderlichen Druck bequem erhalten und anwenden zu können, wird derselbe jetzt wohl nur ausnahmsweise durch gewöhnliche, sondern fast ausschließlich durch Walzenpressen hervorgebracht, und zwar bei Anwendung von Druckplatten in der Weise, daß man diese, wie beim Kupferdruck, mit dem Papier auf einer Unterlage von Flanell ꝛc. durch die Walzen gehen läßt. Bei Anwendung von Zylinderformen bildet selbstverständlich eine der Preßwalzen, am bequemsten die obere, die Form, und so entsteht die Gaufrirmaschine, welche entweder aus einer Zylinderform (Gaufrirwalze) mit einer plattenförmigen Bleiunterlage (Tisch) besteht, die das Papier aufnimmt und damit hin und her geht, oder sich mit einer zweiten Walze zu der eigentlichen Walzenprägemaschine verbindet, welche ununterbrochen arbeitet und daher besonders zum Prägen von Rollenbuntpapier bestimmt ist, während die Tischprägemaschine sich nur zum Pressen einzelner Bogen eignet. Eine Walzenprägemaschine von F. Flinsch in Offenbach zeigt die Durchschnittsfigur 170. Man erkennt in *a* die Gaufrirwalze aus gravirtem Metall (Stahl), in *b* die Gegenwalze aus Papier, welche genau den doppelten Umfang von *a* hat. Das Papier läuft von der mit einer Bremse *e* versehenen Rolle *d* über die Führungswalzen *m*, *n* und *o* zwischen *a* und *b* durch, um gepreßt auf *t* aufgewickelt zu werden. Zum Reguliren der Walzenstellung dient an jeder Seite eine, durch die Traverse *g* gehende Stellschraube, während das Oberlager *p* festliegt. Der Antrieb erfolgt durch die große Riemscheibe, welche die Walze *a* direkt dreht, von der *b* vermittelst sehr genau gearbeiteter Räder, die Rolle *t* durch Riemen *s* mitgenommen wird. Zum Stillstellen dient die bei *l* sichtbare Auslösvorrichtung mit Riemengabel. Zum Bogengaufriren wird bei *q* ein Ablegetisch angebracht, während die Bogen bei der Schutzvorrichtung *f* eingeführt werden.

Zweites Kapitel.

Fabrikation der Tapeten.

Uralt ist die Sitte, Wände, Decken und Fußböden der Wohnräume sowohl zur Zierde, als zum Schutze gegen Kälte und Sonnenschein mit gewebten, gewirkten und gestickten Stoffen zu bekleiden, denn sie stand schon bei den Babyloniern und Assyrern längst vor unserer Zeitrechnung in hohem Ansehen. — Die Perser hatten für diese Decken den Namen tapeh oder tapseh, von dem einerseits wohl die Benennung Teppich für Zierdecken im Allgemeinen, andererseits für die ausschließlich zur Wandbekleidung bestimmten Stoffe die Benennung Tapete abzuleiten sein dürfte, welche heutigen Tages im engeren Sinne für die Wandbekleidungen aus Papier (**Papiertapeten**, papier de tenture, *wall-paper, hangings*) gebraucht wird, während andere Stoffe besonders als Leinentapete, Jutetapete, Ledertapete &c. bezeichnet werden.

Trotzdem die Wandbekleidung sehr alt ist, kommt in Europa die Verwendung des Papiers zu diesem Zwecke doch erst um die Mitte des vorigen Jahrhunderts auf und zwar in England, wo kurz vor dieser Zeit Proben von Papiertapeten aus China anlangten und zur Nachahmung Veranlassung gaben. Anfangs begnügte man sich mit dem Verfahren, auf dem Papier Muster nach Art der Dekorationsmaler vermittelst Schablonen zu erzeugen; allein die Unvollkommenheit dieser Erzeugungsweise führte bald (1746) zur Anwendung des bei dem Kattundruck schon üblichen Druckverfahrens mittelst Platten und zur Errichtung der ersten Tapetenfabrik in Manchester. Wenn zwar auch bis jetzt der Gebrauch von Druckplatten ein sehr ausgedehnter blieb, so ist doch seit 1826 daneben die schnell schaffende Walzendruckmaschine eingeführt, welche in Verbindung mit der Verwendung des Rollenpapiers, wodurch das früher nothwendige Aneinanderkleben einzelner Bogen zu langen **Stücken** (pièces, rouleaux, *rolls*) überflüssig wurde, eine große Erweiterung der Tapetenfabrikation, namentlich in Deutschland, zur Folge hatte.

Die Tapeten sind als eine besondere Gattung von Buntpapier anzusehen, welche ihrer Bestimmung gemäß in längeren (9 bis 11 m) Streifen von geringerer Breite als **Borden** (**Bordüren**, **Kanten**, bordures, *border*) und von größerer Breite (0,5 m und mehr) oder in abgepaßten Größen (Plafond- und Füllungstapeten) hergestellt werden muß. Sie sind einfarbig oder gemustert, im letzteren Falle aber gewöhnlich mit umfangreichen, aus größerer Entfernung noch genügend erkennbaren Mustern versehen, die sich in der Regel auf einem Stücke öfter wiederholen, mitunter sich aber über mehrere Stücke ausdehnen und erst durch Aneinanderreihen derselben eine abgegrenzte Figur bilden.

Die Auswahl des Papiers richtet sich fast nur nach der Kostbarkeit der Tapeten, indem man zu Tapeten, welche wegen der reichen Musterung viele Prozeduren und Arbeit in der Herstellung verlangen, ein entsprechend widerstands-

fähiges, aus bestem Material erzeugtes Papier verwendet, während für einfache und gewöhnliche Fabrikate auch gewöhnliches Papier ausreicht. — Unter allen Umständen sollte das Papier geleimt und frei von Runzeln, Falten, Knoten und dergleichen sein.

Insofern die Fabrikation der Tapeten nur als ein Zweig der Buntpapierfabrikation zu betrachten ist, kann es sich hier im Anschluß an die letztere nur darum handeln, den Gang der Herstellung und die hierdurch bedingten Abweichungen von dem Verfahren in der Buntpapierfabrikation zu betrachten. — Hierzu sei zunächst hervorgehoben, daß zwar das Bedrucken die Hauptarbeit bildet, daß dieser aber in der Regel Vorarbeiten voranzugehen und Nacharbeiten zu folgen haben.

I. Vorarbeiten.

Die Vorarbeiten bezwecken eine solche Vorbereitung zum Druck, daß dieser möglichst ungestört und mit Sicherheit vollzogen werden kann. Indem dazu eine gleichmäßige Grundfarbe und Glätte gehört, so zerfallen die Vorarbeiten in das Grundiren (foncer, *grounding*) und das Glätten (lisser, *smoothing*).

A. Grundiren.

Da es in sehr seltenen Fällen gewünscht wird, zwischen den Mustern das rohe Papier sichtbar zu lassen, so gilt die Bildung eines besonderen Grundes auch dann als Regel, wenn letzterer weiß erscheinen soll, weil nur durch eine Farbendecke die mangelhafte, unreine und ungleichmäßige Beschaffenheit der Papieroberfläche zu beseitigen ist. Während früher das Grundiren durch Handarbeit vorgenommen wurde, findet dasselbe nunmehr fast ausschließlich auf Grundirmaschinen und zwar genau nach der S. 435 angegebenen Methode statt, da das Grundiren der Tapeten mit dem Auftragen der Farben durch Streichmaschinen vollständig übereinstimmt. Aus diesem Grunde findet auch hier die Hängemaschine, in Verbindung mit der Grundirmaschine, nach der Anordnung S. 440 immer mehr Aufnahme.

B. Glätten.

Um der Tapete eine durchaus ebene und glatte Oberfläche zu ertheilen, wird das grundirte und getrocknete Papier vor dem Drucke geglättet und zwar auf verschiedene Weise, je nachdem der Grund matt oder glänzend erscheinen soll.

Im ersten Falle wird entweder das Glätten mit dem Steine (S. 457), oder häufiger mit dem Kalander vorgenommen. Mitunter verwendet man zur Erzeugung einer hohen Glätte den Glanzkalander, was auch für die matten Tapeten unbedenklich ist, wenn man berücksichtigt, daß der damit entstehende

Glanz beim Aufziehen der Tapeten durch die Einwirkung der Feuchtigkeit wieder verschwindet.

Beabsichtigt man den dauernden Glanz der sog. Glanztapeten hervorzubringen, so wird schon in der Mischung der Grundfarbe dazu durch besondere Zusätze von solchen Stoffen Vorbereitung getroffen, welche die glanzzerstörende Wirkung der Nässe verhindern. Dazu gehört hauptsächlich fein geschlämmter Gyps, Talkpulver oder Wachs, das man durch einstündiges Kochen von 8 Thln. weißem Wachs in 64 Thln. Wasser mit 6 Thln. Pottasche in Seife verwandelt, oder besser in der nach S. 450 dargestellten Form verwendet. Das Glänzen erfolgt dann mittelst Bürsten und aufgestreuten Talks hier und da noch mit der Hand, öfters aber mit der Bürst- oder Satinirmaschine, nachdem die Tapete so weit gefeuchtet ist, daß zwar beim Bürsten durchaus keine Farbe abgerieben wird, daß aber in Folge des Bürstens die Feuchtigkeit wieder verschwindet und die Tapete trocken wird.

II. Bedrucken.

Je nachdem das Bedrucken (impression, *printing*) mit Klötzen und mit dicken Bindungsmitteln (S. 441) vorbereiteten Farben auf dem S. 427 beschriebenen Drucktische oder vermittelst der Walzendruckmaschine (Tapetendruckmaschine) S. 444 vorgenommen wird, unterscheidet man Handdruck oder Modeldruck und Maschinendruck, obwohl auch Modeldruckmaschinen zur Anwendung kommen.

Der Modeldruck bietet den Vortheil, daß man mit demselben beliebig viele Farben nach einander mit großer Genauigkeit aufdrucken kann, da jede folgende Farbe erst aufgedruckt wird, nachdem die vorhergehende vollständig getrocknet und somit sowohl vor dem Verwischen als dem Vermischen mit den nächsten Farben geschützt ist. Diese Druckmethode empfiehlt sich daher immer in solchen Fällen, wo es sich um die Herstellung reich gemusterter Tapeten in genauester Farbenabgrenzung handelt, also zur Erzeugung der feinsten Tapeten. Man bezeichnet die Tapeten dann auch nach der Zahl der nothwendigen Druckplatten, indem man sie drei-, vier-, fünf- u. s. w. händig nennt und hat die Zahl derselben in einzelnen Fällen auf mehrere Hundert gebracht.

Der Maschinendruck dagegen zeichnet sich durch eine große Leistungsfähigkeit aus, indem die Farben in unmittelbarer Folge nach einander aufgedruckt werden. Da jedoch ein Trocknen der einzelnen Farben nicht vorangeht, so dürfen diese nicht auf einander gesetzt werden, weil sie dann zusammenlaufen. Man hat vielmehr bei Anfertigung der Walzen darauf zu sehen, daß die einzelnen Muster sich nur an den Rändern berühren, also zwischen einander fallen. Trotz der hierdurch bedingten Schwierigkeit in der Anfertigung der Walzen und der Beibehaltung des Rapports ist es doch möglich geworden, Tapetendruckmaschinen bis zu 30 Farben zu bauen und diesem Druckverfahren eine große Verbreitung zu geben. — Daß man übrigens den Plattendruck unter Umständen sehr vortheilhaft mit dem Walzendruck verbinden kann, bedarf nur der Andeutung.

III. Nacharbeiten.

Wenn auch in vielen Fällen mit dem Bedrucken und darauf folgendem Trocknen die Tapeten fertig gestellt sind und nur noch des Aufrollens sowohl zum Schutze gegen Staub und Licht, als zur Herstellung einer handlichen Versandform bedürfen, erfordern andere Tapeten noch Nacharbeiten, die zur Vollendung und Verschönerung dienen und besondere Tapetengattungen hervorbringen, wovon hier die wichtigsten aufgeführt werden mögen.

1. Gold-, Silber- 2c. Tapeten. — Das Verzieren der Tapeten, besonders der Borden, mit Metall, wird entweder mit Blattmetall oder mit Metallpulver (Bronze) ausgeführt. Das gewöhnliche Verfahren besteht darin, daß man für die Metallfiguren einen dicken Leinölfirniß aufdruckt (seltener aufmalt), diesen so weit trocknen läßt, daß er eben noch klebt, dann mit Blattmetall belegt oder mit Bronze bestreut, nun vollständig trocknen läßt und endlich das überflüssige Metall mit weichen Bürsten, Baumwolle u. dergl. wieder entfernt. — Selbstverständlich dient in neuerer Zeit vielfach die Bronzirmaschine (S. 455) zum Aufbringen der Bronze. — Außerdem baut man besondere Abklopfmaschinen zum Abstäuben der Bronze.

2. Sammttapeten. — Diese, auch bestäubte oder velutirte Tapeten genannt, haben das Eigenthümliche, daß sie ganz oder an einzelnen Stellen mit Wollstaub (S. 424) gleichmäßig bedeckt, ein sammtartiges Ansehen darbieten. Zur Herstellung derselben werden zunächst die Stellen, welche Velours erhalten sollen, mittelst Druckformen mit einem sehr zähen Leinölfirniß bedruckt, den man durch längeres Kochen von altem Leinöl mit Bleiglätte erhält und zum Gebrauche noch mit Bleiweiß verdickt. — Nachdem der Firniß etwas abgetrocknet, wird das präparirte Wollpulver in einem besonderen Apparate aufgebracht. Dieser besteht aus einem hölzernen, etwa 2 bis 2,5 m langen, oben 900, unten 600 mm breiten, 400 mm tiefen, auf vier 600 mm hohen Beinen ruhenden Holzkasten, dessen Boden aus einem gespannten Kalbfelle gebildet ist und dessen Deckel sich um Scharniere dreht. Die mit Firniß bedruckte Tapete wird über den einen schmalen Rand in den Kasten gezogen, flach auf das Trommelfell gelegt und mittelst eines Siebes mit Wollstaub bestreut. Darauf wird der Deckel geschlossen und von unten her mit Stöcken derart gegen den Boden getrommelt, daß der Wollstaub aufwirbelt und sich nach und nach ganz gleichmäßig auf die Tapete senkt und an den gefirnißten Stellen festklebt. Nachdem die Vertheilung erfolgt ist, wird das bestäubte Stück unter Abschlagen der überflüssigen Wolle aus dem Kasten gezogen, so daß ein frisches Ende nachfolgt, bis die ganze Tapete bestäubt ist und zum Trocknen des Firnisses aufgehängt werden kann. — In solchen Fällen, in welchen verschieden gefärbte Wollpulver aufgebracht werden sollen, ist die beschriebene Arbeit für jede Farbe zu wiederholen. — Mechanische Trommeleinrichtungen sind bis jetzt wenig in Aufnahme gekommen. — Vielfach erhalten die Sammttapeten nachträglich noch Vergoldungen 2c., entweder auf oben beschriebene Weise, oder nach einem Verfahren, welches dem ähnlich ist,

dessen sich die Buchbinder bedienen. Man firnißt dann die Tapete mit einer Auflösung von Kopal in dickgekochtem Leinöl, die durch Terpentin verdünnt ist, stäubt die Wolle auf, läßt trocknen, legt Blattgold ꝛc. auf und preßt dieses mit einer messingenen, auf 100 bis 110° erwärmten Form auf. Das Metall klebt dabei fest an den durch die Wärme erweichten Firniß an.

3. Gepreßte oder gaufrirte Tapeten. — Durch Pressen (S. 460) ertheilt man sowohl den gewöhnlichen, als auch den Gold-, Silber- und Sammttapeten neben den Farbenmustern noch durch Reliefs oder Einpressungen eine außerordentliche Mannigfaltigkeit, die zum Theil als Lederimitation (künstliche Ledertapete), zum Theil als Imitation von gemusterten Geweben (Damast) von Bildschnittsarbeiten (Laubguirlanden in Holztapeten) und sonstigen plastischen Ornamenten, namentlich an den Bordüren, beliebt ist. — Gewöhnlich bewirkt man das Pressen in der Walzengaufrirmaschine (S. 461), in einzelnen Fällen auch mit Preßplatten in Schraubenpressen, die wie Stempelpressen konstruirt sind und mit einem Schwunghebel in Thätigkeit gesetzt werden. Letztere wendet man namentlich dann an, wenn besonders hohe Reliefs gebildet werden sollen, die, auf Walzen angebracht, das Ausheben des Papiers bei der Drehung schwierig machen. — Da erfahrungsmäßig das Papier in der Wärme nachgiebiger ist, die Pressung leichter annimmt und nach dem Abkühlen unverändert behält, so müssen die Walzen oder Preßformen jedenfalls mit Dampf erwärmt werden, wenn die Reliefs weit über die Fläche hinausragen. — Es ist vorgeschlagen worden (D. R.-P. Nr. 15 468), Metallstaub u. dergl., welcher auf die Tapete gebracht, mittelst der geheizten Gaufrirwalze auf erweichenden Grund aufzudrucken. — Um vermittelst der Gaufrirmaschine zugleich Farben aufzutragen (besonders bei Lederimitationen), verbindet Flinsch in Offenbach damit zwei Farbwerke, wovon das eine elastische Walzen aus Buchdruckerwalzenmasse hat, die die Farbe auf die erhöhten Stellen der gravirten Walze tragen, während das andere zum Bedrucken der hochliegenden Theile dient. Den Uebergang zwischen den Farben vermittelt sodann ein besonderes Mischwerk.

4. Gefirnißte Tapeten. — Um gewissen Tapeten, besonders den sog. Holztapeten, einen Glanz zu ertheilen und um andererseits die Oberfläche der Tapeten gegen die Einwirkung von Feuchtigkeit zu schützen, sowie mit Wasser abwaschbar zu machen, überzieht man sie mit einem Firniß und zwar gewöhnlich mit einem Harz- (Kolophonium oder Kopal) Firniß, der wie beim Grundiren mittelst breiter Bürsten oder mittelst einer einfachen Grundirmaschine aufgetragen wird.

Rollen. — Um die farbige Oberfläche der Tapeten gegen schädliche Einwirkungen zu schützen und letztere in eine handliche Form zu bringen, werden sie in feste Rollen von vorgeschriebener Länge gebracht. Man bedient sich hierzu entweder der Rollmaschinen oder einfacher Handrollgeräthe. Die ersteren sind so angeordnet, daß die Tapete von der großen Rolle ab- und auf eine dünne, sich drehende Eisenstange (Spieß) aufläuft, wobei ein einfaches Meßrad die aufgewickelte Länge anzeigt, welche dann nach selbstständigem Stillstellen des Drehapparates von einem vertikal niedergehenden Messer abgeschnitten wird. Das feste Aufwickeln erfolgt mit Hülfe von Spannleisten und Führungsrollen, welche gebremst oder zusammengepreßt werden können und somit einen passenden Wider-

stand im Papiere hervorbringen. — Das vielfach verwendete Handgeräth zum Rollen der Tapeten besteht aus einem zweiseitigen Gestelle, in dem oben ein zweckmäßig gespaltener Spieß sich befindet, der, von einer Handkurbel direkt oder durch Riemenvorgelege gedreht, das Papier zwischen zwei auf dem Spieße in der Breite der Tapete angebrachten runden Scheiben aufrollt. Ein Meßrad giebt durch einen Glockenschlag die aufgewickelte Rollenlänge an, die dann durch einen Fuchsschwanz abgeschnitten wird. Die zum festen Wickeln erforderliche Spannung im Papiere erhält man durch ein zusammengepreßtes Führungswalzenpaar, durch Bremsen der großen Rolle, durch Spannstäbe und dergleichen wie sie Fig. 170, S. 460, zeigt.

Drittes Kapitel.

Fabrikation des Pergamentpapiers.

Auf S. 136 u. 192 sind die Veränderungen angedeutet, welche die Zellulose unter der Einwirkung gewisser Chemikalien, insbesondere Säuren, erleidet und welche sich in eigenthümlicher Weise zu erkennen geben. Beim Eintauchen reiner Zellulose, also z. B. eines Streifens ungeleimten Papiers, in Schwefelsäure entsteht sofort unter Aufquellen der Fasern ein gelatinöser Ueberzug durch Bildung eines dem Stärkemehl ähnlichen Körpers, des Amyloids, und im weiteren Verlaufe der Einwirkung ein gummiartiger Körper, das sog. Holzdextrin. Das Amyloid scheint dabei jenes Verwandlungsprodukt zu sein welches die Fasern so fest mit einander verklebt, daß sie sich zu einer zusammenhängenden Masse verbinden, die sich nicht wieder in Wasser auflöst, sondern im Gegentheil eine Festigkeit angenommen hat, welche nach den Untersuchungen von Prof. Lüdicke (Dingl. pol. Journ. 220, 381) diejenige des ursprünglichen Papiers um das drei- bis vierfache übertrifft, während zugleich das spezifische Gewicht um 32 bis 42 Proz. zu- und die Dicke um 34 bis 37 Proz. abnimmt, ein sicherer Beweis dafür, daß bei diesem Prozesse die einzelnen Papiertheilchen viel näher zusammenrücken und sich fester an einander schmiegen. Die weitere Folge davon ist eine größere Homogenität und Durchsichtigkeit, sowie eine solche Aehnlichkeit mit der thierischen Membran und dem Pergament, daß das Produkt den Namen Pergamentpapier (vegetabilisches Pergament, auch Papyrine, papier parcheminé, *paper-parchment*, *vegetable parchment*) erhalten und statt der Thiermembran in ausgedehntester Weise Verwendung gefunden hat, weil es dieser gegenüber noch den Vortheil besitzt, nicht in Fäulniß überzugehen und nicht von Insekten angefressen zu werden.

Die Verwandlung des gewöhnlichen Papiers in Pergamentpapier setzt nothwendiger Weise voraus, daß ersteres von allen Substanzen frei ist, welche den Prozeß hemmen oder die Herstellung eines gleichmäßigen Fabrikats in Frage stellen. Aus dem Grunde soll das Rohpapier weder geleimt sein, noch irgend

welche mineralische Stoffe enthalten. Am besten ist langfaseriges Papier aus Hadern, obwohl auch Holzzellstoff und Strohstoff nicht ausgeschlossen sind. Eine ausgedehnte Verwendung hat das Pergamentpapier als Material zu Diaphragmen für die Osmosirung von Zuckermelassen gefunden. Um hierfür brauchbar zu sein, darf es nur eine Diffusion bewirken, was wieder voraussetzt, daß es auch nach seiner Erweichung in Flüssigkeiten keine Oeffnungen zum Durchtritte der letzteren enthält. Da solche kleine Oeffnungen nun fast in jedem Papiere nach der Behandlung mit Schwefelsäure zum Vorschein kommen, so wird nach Eckstein in Wien (Dingl. pol. Journ. **241**, 48) für diese Verwendungszwecke das Papier aus zwei, drei oder mehreren Lagen oder Bahnen zusammengesetzt, weil sich hierbei die kleinen Ungleichmäßigkeiten ausgleichen und die Oeffnungen bedecken (S. 392).

Als Pergamentirflüssigkeit dient in der Regel Schwefelsäure; da jedoch auch Lösungen von Kupferoxydammoniak oder Chlorzink die Umwandlung bewirken, so finden auch solche Verwendung. — Alle Flüssigkeiten verlangen bestimmte Konzentrationsgrade und Temperaturen, wenn der Prozeß gelingen soll und sei hier deshalb bemerkt, daß man gewöhnlich englische Schwefelsäure in einer Verdünnung von 9 bis 9½ Thln. konzentrirtester Schwefelsäure mit 1 Thl. Wasser oder einfach die in Bleipfannen gewonnene Säure (von 60° B.) ohne Verdünnung und bei einer Temperatur verwendet, die 10° C. nicht überschreiten darf. — Die durch Auflösen von Zink in Salzsäure erhaltene säurefreie Chlorzinklösung ist so weit einzudampfen, daß sie syrupartig dick erscheint und bei einer Wärme zur Anwendung zu bringen, die je nach der Konzentration zwischen 50 bis 100° C. schwanken kann. — Ebenfalls beeinflußt die Dauer der Einwirkung den Vorgang. Im Allgemeinen hängt sie nebst der Beschaffenheit der Pergamentirflüssigkeit von der Dicke und Zusammensetzung des Papiers in der Weise ab, daß reines, dünnes Faserpapier am wenigsten Zeit (drei bis fünf Sekunden), dickeres bis 12 Sekunden beansprucht.

Damit nach der Pergamentirung ein weiterer, nur schädlicher Einfluß der Flüssigkeit nicht eintritt, ist sofort ein gründliches Waschen, zugleich in Verbindung mit einer Abstumpfung der Säure durch alkalische Laugen (gewöhnlich Ammoniakwasser), vorzunehmen, worauf dann endlich ein Trocknen folgt.

Dem Verlaufe des ganzen Prozesses entsprechend wird letzterer in neuester Zeit wohl nicht mehr anders als mit langen Papierbahnen vollzogen, indem man die Bahn in ununterbrochener Weise durch die Pergamentirungsflüssigkeit zieht, mit Wasser wäscht, durch Ammoniak führt, von Neuem abspült, zwischen diesen Prozessen auspreßt, auf einer großen, geheizten Trommel trocknet, dann glättet und endlich rollt. — Zur Pergamentirung mit Schwefelsäure hat R. Frisch in Prag (D. R.-P. Nr. 29 395) eine Maschine angegeben, in welcher alle Behandlungen nach einander in folgender Weise vor sich gehen. Das Papier gelangt von einer mit Bandbremse versehenen Rolle über eine Führungswalze in einen mit Blei ausgeschlagenen und mit Schwefelsäure gefüllten Kasten, in dem es durch eine Glaswalze untergetaucht wird, und darauf zwischen zwei Glaswalzen zu einer über dem Säurekasten liegenden Walzenpresse, deren Walzen mit einem Kautschuküberzuge versehen und schräg gelagert sind, so daß die überflüssige

Säure ausgepreßt und in den Kasten zurückgeführt wird. Von dieser Presse geht das Papier in einen Wasserkasten (I), um, über drei Glaswalzen geführt, die Säure an das Wasser abzugeben. Darauf passirt es sechs neben einander liegende Holzwalzen, zwischen denen oben und unten je fünf Spritzröhren angebracht sind, welche das Papier von unten und oben abspritzen. Dieses Spritzwasser sammelt sich in einer großen, unter den Walzen liegenden Kufe (II), über der am Ende wieder eine Kautschukwalzenpresse zum Abdrücken des Wassers und des etwa entstandenen schleimigen Ueberzuges das Papier von einem Breithalter übernimmt. Unmittelbar hinter dieser zweiten Presse steht ein Trog (III) mit einem alkalischen Bade, den das Papier zur Neutralisirung passirt, um darauf noch durch zwei Spritzapparate (IV, V) von eben beschriebener Einrichtung mit 8 und 5 doppelten Spritzröhren, sowie eine dazwischen gelegte Presse zu gehen. Von dem letzten Spritzapparate gelangt das nun fertige Pergamentpapier in eine dritte Walzenpresse mit Kautschukwalzen und endlich, mittelst eines Filzes (S. 410, Fig. 156) geführt und angedrückt, über eine mit Dampf geheizte Trockentrommel, auf welcher zugleich zum Zwecke des Glättens eine hochpolirte, ebenfalls geheizte Walze liegt, die mit der Trockentrommel zusammen ein Glättwerk bildet, indem sie durch Hebelgewichte gehörig angepreßt wird. Nachdem das getrocknete Pergamentpapier die Glätte empfangen, wird es sofort zu einer Rolle aufgewickelt, die auf der oberen Glättwalze liegt und von dieser die Drehung empfängt. — Um möglichst wenig Säure zu verlieren, wird aus dem Kasten (I) das Waschwasser erst abgelassen, wenn es 20 Proz. Säure zeigt, dann der Kasten (I) mit dem Wasser aus dem Kasten (II), dieser aus (III) und (III) endlich aus (IV) nachgefüllt und zwar nach dem Vorschlage von Arnold in Stotzheim (D. R.-P. Nr. 31 749) in sehr beachtenswerther Weise, indem man das Wasser von (IV) mittelst Pumpen durch die Spritzröhren nach (III), von hier ebenfalls durch die Spritzröhren nach (II) bringt, also zugleich zum Spritzen benutzt. Nur die letzten über (IV) liegenden Spritzröhren werden mit reinem Wasser gespeist. — Liegt die Absicht vor, mehrere Bahnen zu vereinigen, so führt man sie getrennt durch die Säure, aber gemeinschaftlich durch die Säurepresse, unter der sie so fest zusammenkleben, daß sie ein Ganzes bilden.

Das Pergamentpapier nimmt begierig gelöste Farben auf, läßt sich daher sehr leicht, einfach durch Eintauchen in Farbelösungen, färben, außerdem gaufriren und wird daher namentlich vielfach in künstliches Leder (Papierleder, Chagrin, Marokin, Saffian 2c.) verwandelt.

Sechster Abschnitt.

Papierprüfung und Papierfabrikanlagen.

Erstes Kapitel.

Papierprüfung.

I. Papiernormalien.

In der Einleitung (S. 18) sind bereits die Eigenschaften erörtert, auf denen der Werth des Papiers nicht sowohl an sich, als insbesondere für dessen Gebrauchszwecke beruht, und eine Skale der Fasermaterialien angedeutet, welche diese Eigenschaften bedingen. Wenn es sich also darum handelt, den Werth des Papiers zu bemessen, so ist die Bestimmung jener Eigenschaften und Materialien nothwendig und dazu erforderlich, die Größe der ersteren in meßbaren und daher vergleichbaren Werthen zum Ausdrucke zu bringen und für die betreffenden Papiere festzustellen, sowie auch den Einfluß anderer Faktoren zu ermitteln und in Betracht zu ziehen. Um für alle diese Beziehungen brauchbare Anhaltspunkte zu gewinnen, wurde gleichzeitig und unabhängig von einander von Professor Hartig in Dresden und dem Verfasser eine große Reihe von Untersuchungen an bewährten Papieren von bekannter Zusammensetzung durchgeführt und dadurch zunächst die Ueberzeugung gewonnen, daß für die Haltbarkeit und Dauerhaftigkeit des Papiers neben der Auswahl der Fasern, insbesondere Festigkeit, Dehnbarkeit und Gewicht (pro Quadratmeter), sodann die Leimung, der in der Asche sich vorfindende Gehalt an mineralischen Füllstoffen, als auch das Vorhandensein von freier Säure, Chlor und dergleichen maßgebend ist. Auf Grund dieser Untersuchungsresultate konnten dann für die Eigenschaften bestimmte Forderungen gestellt und diese nunmehr auch in Folge einer ausgebildeten Untersuchungsmethode leicht geprüft werden. In wie weit die genannten Schlußfolgerungen übereinstimmten und geeignet waren, die allgemeine Grundlage für die sehr schnell eingebürgerten Papiernormalien (papiers-types) abzugeben, zeigen folgende Tabellen:

1. Tabelle von Hartig.

Papiersorte	Aschengehalt in Prozent	Reißlänge in Kilometer	Bruchdehnung in Proz.	Arbeitsmodul in mkg	Gewicht per Qu.-Meter in Gramm
1. Fließpapier (weißes) . . .	0,4	0,9	1,4	0,006	64
2. Druckpapier (Harzleimung)	2,0	2,0	2,0	0,027	—
3. Konzeptpapier	2,0	3,0	2,5	0,050	70
4. Mundirpapier, Briefpapier	2,0	4,0	3,0	0,080	80
5. Geschäftsbücher-, Urkund.-Papier, Aktendeckel (Harzleimung)	2,0	4,5	3,5	0,105	90
6. Dasselbe (thierische Leimung)	1,0	5,5	4,5	0,165	90
7. Pergamentpapier	0,6	5,4	4,3	0,173	—

2. Tabelle von Hoyer.

Papiersorte	Aschengehalt in Prozent	Reißlänge in Meter	Bruchdehnung in Proz.	Gewicht per Qu.-Meter in Gramm
1. Urkunden- und Bücherpapier animalisch geleimt	1,0	5000	4,0	100
2. Dasselbe mit Harzleimung	2,0	4500	3,5	100
3. Kanzlei-, Brief-, Mundirpapier . . .	2,0	4000	3,0	90
4. Konzeptpapier	2,0	3000	2,5	70
5. Druckpapier geleimt	2,0	3000	2,5	70
6. Fließpapier	0,4	1000	1,5	60

Die Königl. preußische Behörde hat, gestützt auf bestätigende Untersuchungen ihrer amtlichen Prüfungsanstalt mit geringfügiger Aenderung dieselbe Klassifizirung angenommen, wie untenstehende Tabelle beweist:

3. Tabelle der Königl. preußischen Behörde.

I. Festigkeitsklassen 1 bis 6.

Klasse	1	2	3	4	5	6
a. Mittlere Reißlänge in Metern, mindestens:	6000	5000	4000	3000	2000	1000
b. Mittlere Dehnung in Prozenten der ursprünglichen Länge, mindestens:	4,5	4	3	2,5	2	1,5
c. Widerstand gegen Zerknittern:	6	6	5	4	3	1

II. Stoffklassen I. bis IV.

Sorte I. Papiere nur aus Hadern, mit nicht mehr als 2 Proz. Asche.
„ II. Papiere aus Hadern, mit Zusatz von Zellulose, Strohstoff, Esparto, aber frei von Holzschliff, mit nicht mehr als 5 Proz. Asche.
„ III. Papiere von beliebiger Stoffzusammensetzung, jedoch ohne Zusatz von Holzschliff, mit weniger als 15 Proz. Asche.
„ IV. Papiere von beliebiger Stoffzusammensetzung und mit beliebigem Aschengehalt.

Dieselben Behörden schreiben sodann folgende Klassen und Stoffzusammensetzungen bei der Auswahl von Papier vor:

1) Für besonders wichtige und auf eine lange Aufbewahrungsdauer berechnete Urkunden:
Festigkeitsklasse 1, Stoffklasse I.
2) Für Urkunden, Standesamtsregister, Geschäftsbücher u. s. w.
a. erste Sorte: Kl. 2; Stoffzusammensetzung I.
b. zweite „ „ 3; „ II.
3) Für das zu dauernder Aufbewahrung bestimmte Aktenpapier:
a. für Kanzlei-, Mundir-, Brief- ꝛc. Papier: Klasse 3; Stoffzusammensetzung II.
b. für Konzeptpapier: Klasse 4; Stoffzusammensetzung II.
4) Für Papiere, welche für den gewöhnlichen Gebrauch bestimmt sind und nur einige Jahre in Akten ꝛc. aufbewahrt werden sollen:
a. für Kanzlei-, Mundir-, Brief- ꝛc. Papier: Klasse 3; Stoffzusammensetzung III.
b. für Konzeptpapier: Klasse 4; Stoffzusammensetzung III.
5) Für Briefumschläge, Packpapier ꝛc. und zwar:
a. für erste Sorte: Klasse 3; Stoffzusammensetzung II.
b. für zweite Sorte: Klasse 5; Stoffzusammensetzung III.
6) Für Papiere, welche zu untergeordneten Zwecken im täglichen Verkehr verwendet werden sollen, und für welche Ansprüche auf Dauerhaftigkeit nicht gemacht werden, kann die Stoffzusammensetzung IV. ohne besondere Rücksicht auf eine Klasse gewählt werden.

Jedes Papier muß leimfest und ohne freie Säure sein.

Unter mittlerer Festigkeit und Dehnung versteht man das arithmetische Mittel aus den in der Längen- und Querrichtung des Papiers gewonnenen Zahlen. Da nun letztere außerordentlich weit von einander abweichen können, da Maschinenpapier in der Querrichtung viel weniger (bei Anwendung von Zylindermaschinen durchschnittlich nur halb so viel) Festigkeit aufweist als in der Längenrichtung, so sollte auch hier ein durch obige Untersuchungen gewonnenes Verhältniß von mindestens $^2/_3$ oder 66 Proz. festgestellt werden.

II. Untersuchung des Papiers.

Aus den vorstehenden Erörterungen geht ohne Weiteres hervor, daß die Prüfung des Papiers nach zwei Richtungen erfolgen muß, nach derjenigen der Zusammensetzung und nach derjenigen der physikatischen Eigenschaften.

A. Untersuchung der Zusammensetzung des Papiers.

Diese Untersuchung umfaßt die Ermittelung der mineralischen und organischen Substanzen.

1. Bestimmung der mineralischen Substanzen.

Da es sich hierbei vorerst nur darum handelt, die ganze Menge der Mineralstoffe zu bestimmen, welche im Papier vorhanden ist, so kommt es allein darauf an, ein genau abgewogenes Papierstück zu Asche zu verbrennen und letztere zu wägen. Zu dem Zwecke nimmt man einen Streifen Papier von 3 bis 4 cm Breite, im Gewichte von 1 bis 2 g, wägt denselben auf einer Wage, die $^1/_{1000}$ g genau angiebt, faltet ihn nicht fest zusammen, umwickelt ihn mit einem Platindraht und hängt diese Spirale, gegen Zug geschützt, in die Flamme eines Bunsenbrenners oder einer Spirituslampe, bis das Papier zu Asche verbrannt ist, welche keine schwarzen Kohlentheile mehr enthält. Die noch zusammenhängende Asche läßt man darauf durch Abwickeln des Drahtes in eine abtarirte Porzellan-, Platin- oder Glasschale fallen, um sie hiermit zu wägen und auf 100 Thle. Papier, also auf Prozente, zu berechnen. — Große Bequemlichkeit bietet hier die Wage von Post in Hamburg, welche für diese Aschenbestimmung als Zeiger- oder Bogenwage besonders konstruirt, mit einem Platinkorbe zum Veraschen versehen ist und den Aschengehalt direkt in Prozenten angiebt. — Für gewöhnliche Fälle genügt es vollkommen, das Papier im lufttrockenen Zustande zu verwenden, unter der Annahme, daß es 3 Proz. Wasser enthält. Für genaue Bestimmungen soll das Papier vorher bei 100° C. im Trockenschranke getrocknet werden. Etwaige weitere qualitative oder quantitative Analyse der Asche, die selten folgt, findet nach den allgemeinen Regeln der chemischen Analyse statt.

Eine sehr häufig vorkommende Eigenschaft des Papiers ist die saure Reaktion, die stets von Schwefelsäure, selten von Alaun herrührt, da die Schwefelsäure außerordentlich fest an der Faser haftet. Zum Nachweis der freien Säure kocht man etwa 5 bis 10 g fein zerschnittenes Papier mit dem zehnfachen Wasser so lange, daß sich nur noch wenig Wasser abgießen läßt. Ein Theil desselben wird unfiltrirt mit Methylorange (S. 151) geprüft, welches bei Anwesenheit freier Säure sich rosa färbt. Ebenso empfindlich ist eine $^1/_2$ prozentige Lösung von Kongoroth, welche von Säure blau wird. — Einen anderen

Theil des abgegossenen und filtrirten Wassers benutzt man zugleich zur Prüfung auf freies **Chlor** mittelst Jodkaliumstärkekleister (S. 150) und auf Chlorverbindungen mittelst Höllensteinlösung (Silbernitrat in 100fachem Wasser).

2. Bestimmung der organischen Substanzen.

Die organischen Substanzen des Papiers sind theils faseriger Natur, theils Ingredienzien, die zum Leimen und Färben verwendet werden; namentlich Gelatine, Harz, Stärke, Wachs u. s. w.

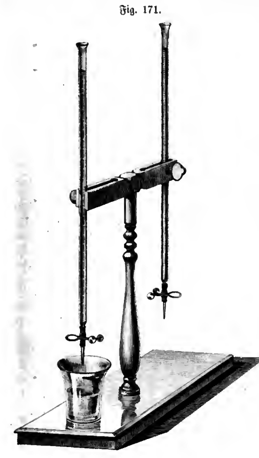
a. Untersuchung auf Leimung.

Hierbei handelt es sich entweder nur um den qualitativen, oder auch um den quantitativen Nachweis. Die Stärke erkennt man sofort an dem Blauwerden beim Auftupfen von Jodwasser (das man durch Eingießen von Jodtinktur in Wasser und Absetzen des abgeschiedenen, überflüssigen Jods als weingelbe Flüssigkeit erhält) in Folge der Bildung von Jodstärke (S. 150). — Den **thierischen** Leim kann man mit großer Schärfe und Sicherheit durch Reduktion von Quecksilberoxyd zu grauem, metallischem Quecksilber nachweisen. Man kocht zu dem Zwecke etwa 10 g Papier mit 120 ccm Wasser so lange, bis 25 ccm übrig geblieben sind. Diese **filtrirt** man in eine Kochflasche und fügt dann am einfachsten aus zwei neben einander hängenden, kalibrirten Büretten (Fig. 171) 5 ccm einer 5 proz. Natronlösung und 5 ccm einer 1 proz. Lösung von Quecksilberchlorid (Sublimat) hinzu. Darauf kocht man drei bis fünf Minuten. Bei Anwesenheit von thierischem Leim nimmt das rothgelbe Oxyd nach und nach die **schwarzgraue** Farbe an, mit welcher das metallische Quecksilber ausgeschieden wird. Bei der Abwesenheit von thierischem Leim, die man daran erkennt, daß das Quecksilberoxyd die Farbe gar nicht oder nur durch Annahme eines grünlichen Tones ändert, kann man bei geleimtem Papier stets auf eine Harzleimung schließen, selbst bei Anwesenheit von Stärke, da diese allein zum Leimen nicht vorkommen dürfte.

Die **quantitative** Bestimmung des Harzes und der Stärke erfolgt am einfachsten in der Weise, daß man das Harz und die Stärke nach einander in Lösung bringt und den Gewichtsverlust des Papiers aufsucht. Zu dem Zwecke wird etwa 5 g des sorgfältig bei 100° C. getrockneten Papiers in kleinen Schnitzeln einige Minuten in einem Kolben mit Alkohol gekocht, dem ein paar Tropfen Salzsäure zugesetzt sind. Die gelbliche Lösung wird sodann abgegossen, das Papier noch zwei- bis dreimal mit Alkohol ohne Salzsäure gekocht, darauf bei 100° C. getrocknet und gewogen. Der Gewichtsverlust ist Harz mit den in Lösung gegangenen mineralischen Substanzen. Das auf solche Weise vom Harz befreite Papier wird darauf so oft etwa eine Stunde lang mit einem Gemische von gleichen Volumen Alkohol und Wasser mit einigen Tropfen Salzsäure gekocht und gewaschen, bis Jodwasser keine Stärkereaktion (blaue oder violette Färbung) mehr giebt; dann erfolgt noch einmal ein solches Kochen ohne Säure,

Spülen, Trocknen und Wägen. Die Gewichtsdifferenz giebt den Gehalt an Stärke nebst den in Lösung gegangenen mineralischen Stoffen. Um dann endlich die mit dem Harz und der Stärke gelösten mineralischen Bestandtheile zu bestimmen, muß man das zurückgebliebene Papier veraschen, diese Aschenmenge mit derjenigen des ungekochten Papiers vergleichen, d. h. die Gewichtsdifferenz beider Aschen als den in Lösung gegangenen Antheil suchen. Im Allgemeinen genügt es aber, wenn man diesen Antheil mit 1 Proz. von Harz- und Stärkegewicht in Abzug bringt. Da bei dieser Stärkebestimmung die Auflösung eines Faserantheils durch Bildung von Hydrozellulose nicht ausgeschlossen ist (S. 136), so ist es zweckmäßiger, die Stärke durch Diastase in Zucker zu verwandeln und mittelst Auswaschens zu entfernen. Zu dem Zwecke digerirt man das von Harz befreite, bei 100° C. getrocknete und gewogene Papier (etwa 5 g) mit Malzauszug, bis Jodwasser keine Stärkereaktion mehr giebt, wozu etwa 1/2 Stunde im offenen Wasserbade genügt. Nach dem Waschen mit heißem Wasser und Trocknen bei 100° giebt die Gewichtsdifferenz den Gehalt an Stärke an. — Die lange haltbare Diastase gewinnt man durch Uebergießen von 3,5 kg gestoßenem Grünmalz mit 2 Liter Wasser und 4 Liter Glyzerin, achttägiges Stehenlassen unter häufigem Umschütteln, Pressen und Filtriren. Fünf Tropfen dieser Flüssigkeit lösen 1 g Stärke.

Fig. 171.



b. Untersuchung auf Fasern.

Die faserigen Gebilde lassen sich auf zweierlei Weise erkennen und unterscheiden, durch chemische Reaktion oder durch das Mikroskop.

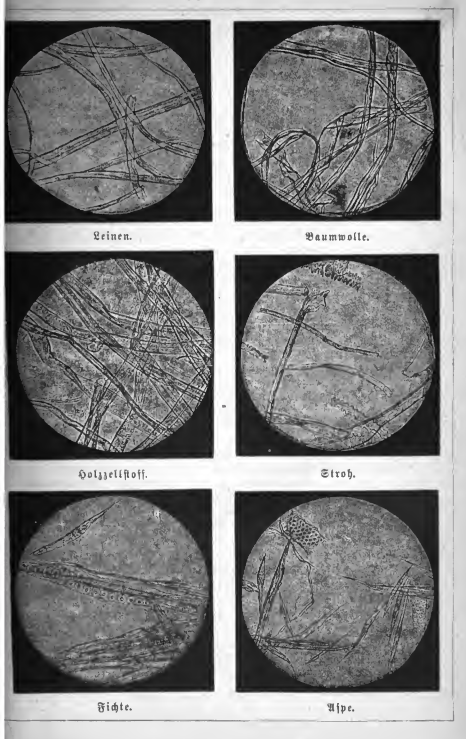
Bezüglich der chemischen Reaktion ist zu bemerken, daß diese sich bis jetzt ausschließlich auf den Nachweis verholzter Zellen beschränkt, in diesem Falle, also insbesondere zur Prüfung auf Holzschliff, aber von großem Werthe ist, da sie selbst einen Schluß auf die im Papier vorhandene Menge Holzschliff gestattet. Man benutzt am zweckmäßigsten die Farbenreaktion von schwefelsaurem Anilin, von salzsaurem Naphtylamin und von Phlorogluzin. Das erste Reagenz in einer 5 prozentigen Lösung hinterläßt auf Papier bei Gegenwart von verholzten Zellen ohne Weiteres einen je nach dem Gehalte an letzteren schwächer oder stärker gelb, das zweite einen orange gefärbten Fleck. Das Phlorogluzin in einer ½ proz. wässerigen Lösung, giebt die Reaktion aber nur bei Gegenwart von Salzsäure. Man betupft das Papier erst mit Phlorogluzin, läßt trocknen und betupft darauf dieselbe Stelle mit Salzsäure. Bei Gegenwart von verholzten Zellen erscheint ein purpur- oder blutrother Fleck von solcher Stärke, daß dieses Reagenz als das kräftigste erklärt werden muß und um so mehr zu empfehlen ist, als seine Lösung unverändert bleibt, während die anderen Reagentien gelöst sich bald zersetzen und an Wirkung einbüßen.

In neuerster Zeit empfiehlt Wurster zur Prüfung auf Holzschliff sogenanntes Dipapier (Papier getränkt mit einer Lösung von Dimethylparaphenylendiamin, das angefeuchtet zwischen das ebenfalls feuchte Papier gelegt, roth wird). (Ber. d. Berl. chem. Gesellschaft XIX, S. 321 ff.)

Einen Schluß auf die im Papier vorhandene Menge kann man — allerdings nur annähernd — auf Grund der Reaktionsintensität ziehen, wenn man sich zum Vergleiche Papierproben von bekanntem Gehalte an Holzschliff verschafft und auf diesen Kontrolproben vornimmt. Bei der Vergleichung der gefärbten Flecken ist aber zugleich auf die Farbe des Papiers Rücksicht zu nehmen, welche nicht viel von der Farbe der Proben abweichen darf. — Zahlreiche Versuche zur Auffindung von Mitteln, welche die Menge Holzschliff im Papier nachweisen, sind bis jetzt erfolglos geblieben. — Da die oben genannten Reaktionen auf allen verholzten Zellen eintreten, so erfolgen sie natürlich auch auf den rohen Fasern der Jute, des Hanfes, der Alfa u. s. w. Sind diese Fasern jedoch durch Kochen und Bleichen für die Papierfabrikation vorbereitet und dadurch von der inkrustirenden Materie befreit, so unterliegen sie ebenso wenig wie Holzzellstoff einer Färbung. Das Erscheinen der letzteren kann daher fast immer dem Holzschliffe zugeschrieben werden, weil die anderen Fasern stets die eben genannten Zubereitungen erfahren.

Das wichtigste Mittel zur Bestimmung der Fasern bildet das Mikroskop, welches schon bei 200 facher Vergrößerung die charakteristischen Eigenthümlichkeiten der Fasern zeigt, oft jedoch eine 300 fache und mehr Vergrößerung nothwendig macht und daher eine etwa 500 fache Vergrößerung ermöglichen muß. In-

Fig. 172 bis 177.



dem bezüglich der Einrichtung und Gebrauch desselben auf Spezialwerke (z. B. Dippel's Grundzüge der allgemeinen Mikroskopie, Braunschweig 1885, als besonders geeignet), sowie auf nicht genug anzurathende Einübung mit demselben zu verweisen ist, soll im Folgenden nur das Erforderliche über die Hauptunterschiede und Anfertigung der Objekte erörtert werden.

Zunächst ist hervorzuheben, daß in Folge der Behandlung der Fasern zum Zwecke der Papierbildung eine solche Verfeinerung derselben eingetreten ist, daß sie nicht mehr als ganze Zellen, sondern ausschließlich als demolirte Zellen oder Zellenrudimente auftreten, weshalb es einiger Uebung bedarf, um nach den bekannten mikroskopischen Bildern ganzer Fasern (Richard, Gewinnung der Gespinnstfasern, Braunschweig 1881) die zerrissenen wieder zu erkennen, was oft nur durch geringe Reste einzelner Zellenpartien, durch Theile der Pflanze u. dergl. möglich ist. Die S. 477 stehenden mikroskopisch-photographisch gewonnenen Fig. 172 bis 177 sind geeignet, die Unterschiede der sechs gebräuchlichsten Papierfasern [Lein, Baumwolle, Stroh, Holzzellstoff, Schliff von Nadelholz (Fichte) und Laubholz (Aspe)] zu verdeutlichen. Man erkennt beim Stroh die stets vorhandenen, sägeartig gezackten Epidermis- oder Oberhautzellen, beim Nadelholze die kreisförmigen Tüpfel oder Hofporen, die sich fast über die ganze Breite der Faser erstrecken und aus zwei konzentrischen Kreisen bestehen; beim Laubholze zeigen sich immer größere Gefäßgruppen mit kleinen, sechskantigen Hoftüpfeln.

Eine große Sorgfalt ist auf die Anfertigung der mikroskopischen Präparate, namentlich jener Präparate zu legen, die man ein für alle Mal zur Vergleichung herstellt und, wenn irgend möglich, direkt aus dem Holländerinhalte vor dem Zusatze von Leim u. dergl. gewinnt. Zunächst sind die Fasern vollständig zu isoliren, d. h. von Leim, Füllstoff ɪc. zu befreien. Am besten erreicht man die Isolirung, indem man einen Streifen des zu prüfenden, harzgeleimten Papiers etwa 24 Stunden in einem größeren Reagenzglase mit Schwefeläther übergossen stehen läßt. Nach dieser Zeit ist das Harz aufgelöst und das Papier so stark gelockert, daß gewöhnlich ein kräftiges Schütteln in einem mit destillirtem Wasser etwa halb gefüllten, durch Glasstöpsel verschlossenen, zylindrischen Glase genügt, um das Papier in Fasern zu zertheilen, die sich von etwa vorhandenen, erdigen Substanzen abscheiden und durch Abgießen getrennt werden können. Die abgegossene Fasermenge läßt man dann auf einem feinen Platindrahtsiebe abtropfen. — Wenn die Behandlung mit Aether nicht anwendbar ist (bei Gelatine-Leimung), oder umgangen werden soll, genügt es, die Probe wie für die Leimbestimmung zu kochen, zu waschen, abzugießen und in einem Porzellanmörser zu einem feinen Brei zu zerreiben, diesen wie angegeben zu schütteln und auf Platingewebe abzuseihen. (Selbstverständlich benutzt man in dem Falle, wo zu einer Säure- oder Leimbestimmung die Probe gekocht werden muß, das hier zurückbleibende Papier.) Da man nach diesem Verfahren nicht nur reine Fasern, sondern auch, selbst in einer kleinen Menge Substanz, eine gleichförmige Mischung (Durchschnittsprobe) erhält, so ist es dem sonst üblichen Zerzupfen mit Nadeln in der Sicherheit der Erscheinungen weit überlegen und daher stets vorzuziehen.

Von den abgetropften Fasern bringt man sodann mit der Präparirnadel ein wenig auf das Objektivglas, trägt mit einem Glasstabe einen oder zwei

Tropfen Glyzerin auf, breitet sie darin sorgfältig aus einander und legt das Deckglas mit einer Pinzette behutsam so auf, daß keine Luftblasen eingeschlossen werden. — Beabsichtigt man die Präparate aufzubewahren, so bettet man sie auf dem Objektivglase in eine Masse, welche hergestellt wird aus 1 g feinster, farbloser Gelatine, in 8 g Wasser gequollen, dann erwärmt, mit 1 g Glyzerin und 2 Tropfen Karbolsäure versetzt. In ein weithalsiges Glas mit Glasstöpsel gefüllt, trägt man beim Gebrauche hiervon ein linsengroßes Stück auf das Objektglas, legt dieses auf eine erwärmte Platte, um die Masse zu schmelzen, vertheilt die Fasern mit der Nadel, legt das erwärmte Deckglas auf und läßt erkalten. Ohne weitere Zubereitung halten sich diese Objekte jahrelang unverändert. — Die vielfach vorgeschlagenen Färbungen der Objekte sind überflüssig.

3. Untersuchung auf Farben.

Die große Zahl der zum Färben und zur Anfertigung des Buntpapiers benutzten Farbstoffe (S. 253 und 420) gestattet es nicht, hier eine erschöpfende Anleitung zur Bestimmung aller im Papier vorkommenden Farben zu geben. Es muß vielmehr zu dem Zwecke auf die einschlägige Literatur verwiesen und an dieser Stelle die Anleitung auf die Untersuchung der am häufigsten vorkommenden Farbstoffe auf Grund ihrer charakteristischen Reaktionen beschränkt werden. Man prüft zunächst das Papier durch Verbrennung zu Asche auf organische oder unorganische Farben, indem die ersteren zerstört werden, die letzteren in der Asche bleiben und zwar entweder mit der ursprünglichen oder einer durch das Verbrennen veränderten Färbung, was von der färbenden Substanz abhängt. Die weitere Untersuchung erfolgt dann entweder durch Behandeln des Papiers oder der Asche, der Reihe nach mit Salzsäure, Alkalien — namentlich 5 prozentiger Aetznatronlösung, Schwefelammonium u. s. w., wie aus folgender Zusammenstellung über das Verhalten der Farben zu den einzelnen Reagentien hervorgeht:

Chromgelb wird durch konzentrirte Salzsäure entfärbt, durch Jodtinktur nach dem Ausspülen moosgrün.

Chromorange wird in Salpetersäure gelb.

Eisenoxydhydrat (Rostgelb) und Englischroth giebt beim Verbrennen eine rothbraune Asche. Das Papier oder die Asche wird mit Salzsäure behandelt; gelbes Blutlaugensalz erzeugt darin einen tiefblauen Niederschlag von Berlinerblau.

Querzitrongelb wird in Salpetersäure rothbraun.

Fuchsin verliert durch Chlorkalklösung die Farbe.

Rothholz (Fernambuk) verwandelt sich durch verdünnte Schwefelsäure in Orange, durch Pottasche in Purpurroth.

Kochenille wird durch verdünnte Schwefelsäure orange, durch Pottasche bräunlich.

Ultramarin entwickelt mit Salzsäure Schwefelwasserstoff und entfärbt sich.

Berlinerblau zersetzt sich mit Natronlauge unter Zerstörung der Farbe.

Blauholzblau wird durch Chlorkalk entfärbt und durch Salzsäure roth. Anilinblau entfärbt sich durch Natronlauge und wird schmutzigroth; vollständig gebleicht durch Chlorkalk.

Bei gemischten Farben kommt das Verhalten der einzelnen Farben in Betracht; z. B. Grün aus Chromgelb und Berlinerblau wird in Aetzkali gelb durch Auflösen des Blau.

B. Prüfung der physikalischen Eigenschaften des Papiers.

Diejenigen physikalischen Eigenschaften, welche bei der Prüfung des Papiers in Betracht gezogen werden müssen, sind Gewicht, Dichtigkeit, Dicke, Festigkeit und Dehnung.

1. Gewicht.

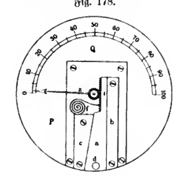
Das absolute Gewicht des Papiers ist hauptsächlich deshalb genau zu ermitteln, weil dasselbe als Grundlage für die Berechnung der Reißlänge dient. Am einfachsten und zweckmäßigsten stellt man es pro Quadratmeter fest, und zwar durch Wägung eines quadratischen Stückes von je 25 cm Seite, das man am bequemsten vermittelst einer ebenso großen Stahlblechtafel von etwa 1 mm Dicke und abgeschrägten Kanten ausschneidet. Die Wägung findet auf einer genau justirten Wage statt; das hier angezeigte Gewicht mit 16 multiplizirt giebt das Gewicht pro Quadratmeter. — In einzelnen Fällen ist auch die Bestimmung des spezifischen Gewichtes nothwendig. Um dasselbe zu erhalten, muß die Titrirmethode angewendet werden, d. h. es ist das über Chlorkalzium aufbewahrte Papier in Weingeist von bekanntem spezifischem Gewichte einzusenken und vermittelst einer feinen Pipette das Volumen des verdrängten Weingeistes aufzusuchen, das man auf bekannte Weise mit dem absoluten Gewichte der eingesenkten Probe in Beziehung setzt.

2. Dicke.

Da die Dickenbestimmung hauptsächlich vorgenommen wird, um sich über die Gleichmäßigkeit des Papiers zu unterrichten, so hat sie stets an verschiedenen Stellen stattzufinden. Man benutzt daher zwei lange, in den zwei Hauptrichtungen geschnittene Streifen, und führt sie nach und nach durch einen Dickenmesser, der $^1/_{100}$ mm genau angiebt. Von allen Dickenmessern eignet sich hier am besten das Piknometer mit Kreistheilung von Fischer, angefertigt von J. H. Schmidt in Halle a. d. S. Dasselbe giebt $^1/_{100}$ mm genau und $^1/_{200}$ mm durch Schätzung an und gestattet eine große Zahl von Messungen mit geringstem Zeitaufwand. Die Einrichtung dieses Apparates geht aus Fig. 178 hervor. Es besteht aus dem schrägen Lineal *a*, das sich durch Ziehen des Knopfes *d* an dem festen

Lineal *b* verschiebt und dadurch zwischen *a* und *c* einen Schlitz öffnet, in den man das zu messende Papier steckt. Läßt man sodann den Knopf *d* langsam los, so zieht die Feder *f* das Lineal wieder einwärts, bis das Papier eingeklemmt ist. Durch Eingriff der an *a* festsitzenden Zahnstange *i* in ein den Zeiger *z* tragen-

Fig. 178.



des Zahnrädchen kommt der Zeiger ins Spielen und schließlich an einer Stelle zur Ruhe, welche der Schlitzweite entspricht und diese, d. h. die Dicke des eingeklemmten Papiers in $^1/_{100}$ mm angiebt.

3. Festigkeit und Dehnung.

Die Festigkeit des Papiers wird entweder durch Zerreißen von Streifen oder durch Zerknittern gemessen; nur die zum Zerreißen erforderliche Kraft kann als eine die Festigkeit sicher bestimmende Größe angesehen werden, weshalb ihre Ermittelung um so mehr die Regel bildet, als sie zugleich auf die einfachste Weise die Bestimmung der im Augenblicke des Zerreißens vorhandenen Dehnung (Bruchdehnung) gestattet.

Da es sich bei der Angabe der Festigkeit und Dehnung stets um einen mittleren Werth handelt, so ist zunächst eine wiederholte Prüfung und zwar mit solchen Papierstreifen nothwendig, welche in den zwei Hauptrichtungen (Länge und Breite) sowie an verschiedenen Stellen dem Papier entnommen sind. — Um bei Maschinenpapier die Richtung zu erkennen, legt man zwei gleich lange Streifen aus den zwei Richtungen ins Wasser; derjenige Streifen, der sich hierbei am meisten verlängert, gehört der Breitenrichtung an. — Von großem Belang ist die Zahl der Versuche, mit deren Zunahme auch die Wahrscheinlichkeit für den richtigen Werth des arithmetischen Mittels wächst. Wenn sich nicht erhebliche Differenzen oder Abweichungen zeigen, ist es ausreichend, 5 Proben mit je 5 Streifen in beiden Hauptrichtungen vorzunehmen und aus diesen das arithmetische Mittel zu bestimmen. — Ferner kommt eine passende Länge und Breite des Streifens in Betracht, indem schmale und kurze Streifen beim Messen und Zerreißen größere Fehlerquellen enthalten, breite und lange dahingegen sich

schwer gleichmäßig beanspruchen lassen. Auf Grund einer großen Reihe von vergleichenden Versuchen habe ich als das zweckmäßigste eine Breite von 15 mm und eine Länge von 200 mm gefunden. Beide Größen gestatten außerdem die schnellste Berechnung und sind allgemein angenommen.

Die Versuchsstreifen müssen vollkommen frei sein von Falten und Knicken, weil geknickte und faltige Stellen mehr zum Zerreißen neigen. Aus demselben Grunde sind die Ränder scharf und geradlinig parallel zu schneiden, um überall möglichst gleichmäßiges Verhalten zu sichern. Man schneidet die Streifen daher mit einem scharfen, steifen Messer längs eines Lineals, das von genau 15 mm Breite aus einer etwa 6 mm dicken, flachen Stahlschiene und ohne Abschrägung hergestellt ist, damit sich das Messer sicher auf größerer Fläche anlegt. Als Unterlage für das Papier bedient man sich am zweckmäßigsten einer Tafel aus Zinkblech; weniger brauchbar ist Pappe, weil das erstere den schärfsten Schnitt liefert; unbrauchbar als Unterlage ist Holz. Wenn dem Messer nicht eine vollständige Geradführung am Lineal gegeben wird, ist es nicht zulässig, zwei oder noch mehr Papierlagen auf einmal zu durchschneiden, weil bei der Führung mit der Hand die unten liegenden Streifen stets meßbar schmäler ausfallen.

Die einfachste Methode zur Bestimmung der absoluten Festigkeit eines Papierstreifens besteht darin, daß man denselben mit der Mitte über einen runden Stab hängt, an den zwei abwärts hängenden Enden mit einer Klemme faßt, die eine Gewichtschale trägt und diese durch aufgelegte Gewichtstücke, z. B. in der Gestalt von zulaufenden Schrotkörnern, so lange beschwert, bis ein Zerreißen eintritt. — Da jedoch bei dieser Art der Belastung kleine Stöße beim Auflegen der Gewichte nicht vermieden werden können und die Bestimmung der Dehnung kaum mit der Genauigkeit vorzunehmen ist, daß die Werthe als Angaben dienen dürfen, so findet diese Methode auch nur zum Zwecke einer oberflächlichen Beurtheilung statt. — Zur Ausführung brauchbarer Versuche bedient man sich stets besonders konstruirter Zerreißmaschinen, welche zwar in verschiedenen Konstruktionsformen vorkommen, aber sämmtlich aus folgenden vier Theilen bestehen:

1. Der Einspannvorrichtung.
2. Dem Anspannungsorgane.
3. Der Vorrichtung zur Angabe der Spannung und Zerreißkraft.
4. Der Vorrichtung zur Angabe der Dehnung.

Was zunächst die Einspannvorrichtung betrifft, so muß dieselbe so beschaffen sein, daß nicht nur das Einspannen rasch und sicher von statten geht, sondern daß auch der Papierstreifen überall gleich gespannt und weder bewegt noch eingekniffen oder schief gezogen wird. Vorzüglich bewährt haben sich hierzu kleine Schraubkluppen und Exzenterklemmen, welche in der Papierebene dadurch etwas drehbar gemacht sind, daß sie lose von Durchsteckstiften festgehalten werden. Sie sind ferner derart verstellbar zu machen, daß die Länge des Streifens zwischen den gefaßten Stellen genau zu erkennen und an einem Maßstabe abzulesen ist. — Da die Dehnung des Papiers gleich der Größe ist, um welche sich die Backen bei dem Zerreißversuche von einander entfernen, so ist es unzweckmäßig,

beide Backen von einander beweglich anzuordnen, weil dann auch zwei Bewegungen gemessen werden müssen; es sollte deshalb stets ein Backen feststehen. — Das Anspannungsorgan, welches die Spannkraft auf das Papier überträgt, muß in erster Linie die aufgewendete Kraft genau anzugeben im Stande und so konstruirt sein, daß sie die entsprechende Kraftsteigerung allmählich und ohne Stoß bewirkt. Da beides am einfachsten und genügend zuverlässig durch eine Schraube mit einer Dynamometerfeder erreicht werden kann, so bildet das aus Zugschraube und Spiralfeder zusammengesetzte Zerreißorgan die Regel. Immer muß aber Bedacht darauf genommen werden, daß die Feder im Augenblicke des Papierbruches nicht mit der ganzen Spannkraft zurückschleudert, sondern vielmehr gesperrt wird, wozu gewöhnlich eine Sperrstange mit Zahn, mitunter ein Exzenter oder ein Reibungsbackenpaar dient. Bezüglich der Kraft, mit welcher die Feder wirksam werden muß, sei bemerkt, daß für gewöhnliche Fälle und 15 mm Streifenbreite eine Feder ausreicht, welche eine Spannung bis 15 kg ermöglicht. Liegt Papier von größerer Festigkeit vor, so kann man entweder durch Verminderung der Breite von 15 auf 10 mm, oder zweckmäßiger durch Anwendung stärkerer Federn zum Ziele kommen, zu welchem Zwecke den Maschinen dann mehrere Federn von verschiedener Stärke beigegeben sind. Daß die Größe der zur Verwendung gelangenden Kraft durch die Zusammendrückung oder die Ausdehnung der Federn gemessen wird, bedarf nur der Andeutung.

Die in Fig. 179 u. 180 (a. f. S.) dargestellte Maschine (D. R.-P. Nr. 20382), geliefert von W. Frömbling in Gadderbaum-Bielefeld, zeichnet sich durch leichte Handlichkeit und dadurch aus, daß die Angaben der Kraft sowohl, als der Dehnung in bedeutender Vergrößerung erfolgen. Auf einem schmalen, etwa 60 cm langen Brette UU befinden sich vier feste Ständer G, O, R, C. In dem Ständer G ist die mit einer Schraubenmutter versehene Achse eines Handrades H so gelagert, daß durch Drehung des letzteren die Schraube S angezogen wird, die mittelst einer Verlängerung mit der Traverse F verbunden ist, welche sich gegen die Dynamometerfeder E legt und durch die runden, auf den Ständern oo verschiebbaren Stangen bb geführt wird. An bb sitzen nun die Querstücke a und d fest, wovon sich d ebenfalls gegen die Feder E stützt, während a zunächst zur Aufnahme der Exzenterklemme A dient, welche das eine Ende des Papierstreifens N aufnimmt, dessen zweites Ende in die Klemme A^1 gelangt, welche mit der in C verschiebbaren, durch die Schraube D festgehaltenen Stange B verbunden ist. Ist nun ein Streifen N eingespannt und wird H gleichmäßig gedreht, so wird durch Spannung von N die Feder E proportional der Zugkraft zusammengeschoben, welche der Streifen bis zum Bruch aushält. Die Länge, um welche sich hierbei die Federenden nähern, entspricht der zum Zerreißen erforderlichen Kraft, während die Bewegung, welche das Querstück a ausführt, genau die dem Zerreißen vorausgehende Dehnung (Bruchdehnung) des Probestückes ist. Beide Größen werden durch Zeiger z und z mit Schleppern auf den Skalen P und Q $7^1/_2$ fach vergrößert angezeigt. Hierzu dient für beide ein gleicher Apparat, wovon der zur Angabe der Dehnung in Millimetern in dem Ständer R angebracht ist. Er besteht aus einer kleinen, vertikalen Achse, die oben den Zeiger und unten eine Schnurrolle v trägt, um welche eine in dem

federnden Bogen *y* gespannte Saite *i* läuft, die von dem an dem Querstücke *a* festsitzenden Stängelchen *q* mitgenommen wird und die Bewegung von *a* auf den Zeiger überträgt. In gleicher Weise erfolgt die Uebersetzung von der gegen die Feder *E* sich legenden Platte *F* auf den Zeiger der Skala *P*, welche an der Traverse *a* festsitzt und eine Theilung nach Kilogrammen enthält. Diese Theilung wird sehr leicht dadurch hergestellt und kontrolirt, daß man die Maschinen mit der Platte *U U* vertikal aufwärts stellt und mit der Klammer *A* eine Schnur mit Wagschale verbindet und diese mit Gewichten belastet. Die Skalen *P* und *Q* sind aus mattem Glase, auf dem sich die Stellung der Zeiger mit Bleistift markiren und leicht der Mittelwerth mehrerer Prüfungen bestimmen läßt. Um die freie Länge des ausgespannten Streifens *N* zu messen, ist auf der

Fig. 179.

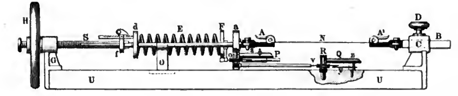
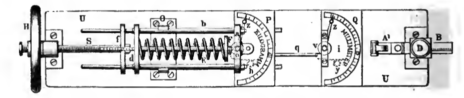


Fig. 180.



Stange *B* eine Zentimetertheilung angebracht, welche die direkte Ablesung der Länge gestattet. Beim Abreißen des Streifens hemmt ein in die bei *f* sichtbare Zahnstange einfallender Sperrkegel das plötzliche Zurückschlagen der Feder. Der Maschine ist ein zum Streifenschneiden dienendes Lineal von 15 mm Breite beigegeben, das zugleich zum Auslösen des Sperrkegels dient. — Eine viel verwendete und namentlich für sehr genaue, wissenschaftliche und praktische Zwecke bestimmte, selbstregistrirende Maschine ist von Reusch konstruirt und von dem Mechaniker Oscar Leuner in Dresden zu beziehen. Sie beruht auf demselben Prinzipe wie die eben beschriebene, läßt aber leicht ein Auswechseln von Federn verschiedener Stärke zu und ist mit der werthvollen Einrichtung zum Aufzeichnen von Diagrammen versehen, welche den Verlauf des Vorganges beim Zerreißen vor Augen bringen und die Bestimmung des Arbeitsmodulus durch Ausmessen der Diagramme vermittelst eines Planimeters gestatten. Ausführliche Beschreibung derselben finden sich in Dingl. pol. Journ. 235, 414 und Hoyer Papierprüfung.

Reißlänge des Papiers in Metern.

Probestreifen-Breite = 15 mm.

Reißgewicht in Kilogramm	Gewicht eines Quadratmeters in Gramm																
	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130
1	1333	1212	1111	1026	952	889	833	784	741	702	666	635	606	579	555	533	513
2	2666	2424	2222	2051	1905	1778	1667	1568	1481	1403	1333	1269	1212	1159	1111	1066	1025
3	4000	3636	3333	3077	2857	2667	2500	2353	2222	2105	2000	1903	1818	1739	1666	1599	1538
4	5334	4848	4444	4103	3809	3556	3334	3137	2963	2807	2667	2539	2424	2318	2222	2133	2052
5	6666	6060	5555	5128	4762	4444	4167	3921	3704	3509	3333	3174	3030	2898	2777	2666	2564
6			6666	6154	5714	5333	5000	4706	4444	4211	4000	3809	3636	3478	3333	3199	3077
7					6667	6222	5834	5490	5185	4912	4667	4444	4243	4058	3888	3733	3590
8							6667	6274	5926	5614	5334	5079	4849	4637	4444	4266	4102
9									6667	6316	6000	5714	5455	5217	4999	4799	4615
10											6667	6349	6061	5797	5555	5333	5128
11													6667	6376	6111	5866	5642
12															6667	6399	6154

Gebrauchsanweisung, erläutert durch Beispiele.

1. Beispiel:

Es sei: das Papiergewicht = 85 g
das Reißgewicht = 8 kg
so ist: die Reißlänge = 6274 m

Letztere Zahl steht am Kreuzungspunkte der betreffenden Spalten 85 u. 8.

2. Beispiel:

Papiergewicht = 85 g
Reißgewicht = 8,5 kg
Reißlänge = 6666 m

Letztere ist zusammengesetzt aus 6274 m
und aus der 5. Spalte . . . 392 m

3. Beispiel:

Papiergewicht = 88 g
Reißgewicht = 8 kg
Reißlänge = 6066 m

Letztere liegt zwischen den Spalten 85 u. 90 mit 8 also 6274 und 5926, und ist um $^3/_5$ ihrer Differenz (348), also um $^3/_5 \cdot 348 = 208$ kleiner als 6274.

Ausführliches hierüber in der Broschüre: „Das Papier, seine Beschaffenheit und deren Prüfung“ von E. Hoyer. München, Th. Ackermann, 1882.

Um aus den gewonnenen Zahlen, welche die Zerreißfestigkeit in Kilogramm angeben, die Reißlänge zu finden, benutzt man die Gleichung:

$$R = \frac{p}{g \cdot b} \cdot 1000,$$

in welcher R die Reißlänge in Metern, p das Zerreißgewicht in Gramm, g das Gewicht des Quadratmeter Papiers in Gramm und b die Breite des Streifens bedeutet. Ist danach z. B. $p = 5\,\text{kg} = 5000$; $g = 75$ und $b = 15$, so ist:

$$R = \frac{5000 \cdot 1000}{75 \cdot 15} = 4444\,\text{m} = 4,444\,\text{km}.$$

Nimmt man ein für alle Mal die Breite b konstant, z. B. $= 15$ mm an, so kann man zur Bestimmung von R am zweckmäßigsten von der S. 485 abgedruckten Tabelle Gebrauch machen.

Eine besondere Art, die Festigkeit des Papiers zu prüfen, besteht in der sogenannten Knitterprobe, welche in der Weise ausgeführt wird, daß man etwa einen halben Bogen des Papiers mit beiden Händen an den beiden Längsseiten faßt und gegen einander reibt, wie dies beim Waschen von Leinwand zu geschehen pflegt, und dann aus dem Verhalten des Papiers auf seine Güte schließt. Da dieses ganze Verfahren Anspruch auf Zuverlässigkeit nicht erheben kann, da es vollkommen unbestimmbare Resultate giebt, so ist es hier nur der Vollständigkeit halber erwähnt.

Zweites Kapitel.

Anlage der Papierfabriken.

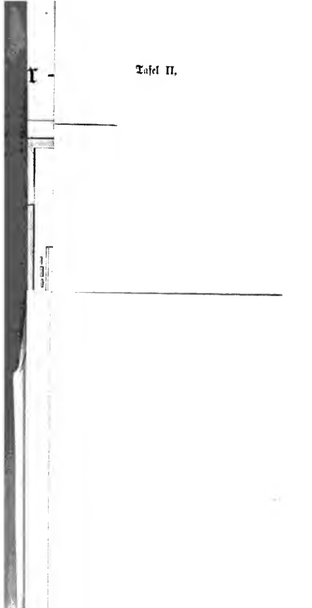
(Hierzu die Tafel II.)

Die große Verschiedenheit, welche die Papierfabriken deshalb in ihrer Anlage darbieten, weil die Größe, die Lage, die Betriebskraft, das Fabrikat und damit in Verbindung die Rohmaterialien, die Betriebsart (Hand- oder Maschinenarbeit), persönliche Anschauungen und Verhältnisse unabwendbare Abweichungen bedingen, schließt es aus, an dieser Stelle über die Anlage von Papierfabriken mehr als ganz allgemeine Gesichtspunkte aufzustellen, die sich zunächst am besten in der Weise gruppiren lassen, als die äußere Anlage und die innere Anordnung oder Einrichtung getrennt behandelt werden können.

I. Aeußere Anlage.

Da die Wahl des Standortes stets in entscheidender Weise von der Beschaffung der zur Fabrikation erforderlichen Roh- und Hülfsstoffe abhängt und

Tafel II.





in dieser Beziehung der große Verbrauch von möglichst reinem Wasser von besonderer Bedeutung ist, so muß man bei der Wahl des Ortes für eine Papierfabrik vor Allem auf solche Wasserquellen sehen, welche ausgiebig genügend Wasser zum Waschen, Mahlen u. s. w. liefern. Je nach der Beschaffenheit der Rohstoffe und des fertigen Fabrikates wechselt die Menge des verbrauchten Wassers und kann dessen Reinheit verschieden sein, so daß die erstere sich kaum genau bestimmen läßt; man wird jedoch nicht fehl gehen, wenn man zur Fabrikation von Weißpapier aus Hadern als nothwendige Wassermenge in der Minute so viel Liter annimmt, als Kilogramm Papier in 24 Stunden erzeugt werden; wenn demnach z. B. 1500 kg Papier die Tagesproduktion ist, so müssen für sämmtliche Prozesse in der Minute 1500 Liter Wasser zur Verfügung stehen. — (Ueber ein etwa erwünschtes Reinigen des Wassers, Erbohren von Quellen, Wasseruntersuchungen rc. siehe die chemische Technologie des Wassers von F. Fischer, Braunschweig 1880.) — Daß neben der Beschaffung des Wassers auch der Abfluß der sogenannten Abwässer ohne Schaden und Belästigung der Nachbarschaft ermöglicht sein muß, ist selbstverständlich.

Eine weitere, wichtige Frage bei der Ortswahl betrifft die motorische Kraft und die Entfernung von Verkehrsstraßen; im Allgemeinen ist hierzu die Annahme gerechtfertigt, daß die Verwendung von Wassermotoren und möglichste Nähe von Eisenbahnen und Wasserstraßen sehr erwünscht sein muß, da nachweislich Wasserkraft in der Regel erhebliche Vortheile darbietet. — Bei, wenn auch nur periodisch nicht ausreichender Wasserkraft ist Dampfkraft und damit zugleich eine möglichst leichte Beschaffung von Brennmaterial (Torf, Braunkohle oder Steinkohle) in Aussicht zu nehmen; außerdem sind beide Motoren so anzuordnen, daß sie sich schnell und sicher zu gemeinschaftlichem Antriebe, z. B. durch Kraftkuppelungen, verbinden und auslösen lassen. Die Bestimmung der vorhandenen oder etwa zu gewinnenden Wasserkraft soll daher sehr sorgfältig und mit Bezug auf alle maßgebenden Punkte (höchster, tiefster und mittlerer Stand des Wassers, Gefälle, Menge und dergleichen), sowie auf die Wahl der Kraftmaschine (Wasserrad, Turbine) vorgenommen werden. — Ferner ist für das Gedeihen der Anlage ein zuverlässiger Stamm von Arbeitern und Arbeiterinnen von solchem Belang, daß in Ermangelung desselben durch Errichtung von Arbeiterhäusern und Wohnungen Vorsorge zu treffen ist, die den Arbeitern unter passenden Bedingungen als Eigenthum zufallen können. — Unter allen Umständen erscheint es gerathen, bei dem Plane der Anlage eine Entwickelung des Betriebes und daher Vergrößerung aller oder einzelner Haupttheile (z. B. zur Aufstellung weiter erforderlicher Papiermaschinen) in Aussicht zu nehmen, nach dem Grundsatze, die Anlage stets als ein geschlossenes, übersichtliches Ganzes gestalten und erhalten zu können.

Die Gebäude gruppiren sich nach ihrer Bestimmung insofern, als Räume zur Aufbewahrung, Sortirung, trockenen und nassen Reinigung (Stäuben, Kochen), zum Mahlen der Hadern, dann zum Bleichen, Waschen und Aufbewahrung des Papierstoffes, zur Herstellung des Leimes, der Farben und der Bleichmittel, zur Aufstellung der Papiermaschinen und endlich zur Ausführung der Nacharbeiten, zur Geschäftsführung, zur Lagerung des fertigen Fabrikates,

zur Aufnahme von Brennmaterial, der Betriebsmaschinen mit Reparaturwerkstätte, sowie in vielen Fällen zur Lagerung von anderen Rohmaterialien (Stroh, Holzstoff 2c.) nothwendig sind. — Bei der Gruppirung selbst sollte eine möglichst weit gehende Abtrennung der einzelnen Gebäude in der Absicht festgehalten werden, um Feuergefahr, Staub, Chlor u. s. w. auf bestimmte Räume zu beschränken und andere davon fern zu halten, weshalb es sich empfiehlt, wenigstens die Hadernvorräthe mit den Sortir- und Schneidarbeiten, die Papiermaschine sowie die fertigen Fabrikerzeugnisse in getrennten Räumen unterzubringen, während die Kocher, Wascher, Holländer zusammen in unmittelbarer Verbindung mit den Bleich-, Leim- und Farblokalitäten verbleiben können. Da sich nun naturgemäß als Lage für die Haderräume diejenige Stelle ergiebt, welche der Hauptverkehrsstraße am nächsten liegt, so ist damit auch im Allgemeinen für die anderen Räume die Lage bestimmt, weil zur Vermeidung überflüssigen Transports dieselbe Reihenfolge, z. B. in Hufeisenform, eingehalten werden soll, welche in der Verarbeitung gegeben ist.

Der Aufbau der verschiedenen Räume kann entweder mehrstöckig oder einstöckig erfolgen. Im ersten Falle ist es am zweckmäßigsten, den Arbeitsprozeß von dem höchsten Stocke abwärts zu leiten und deshalb die Hadern hier aufzuspeichern und vorzusortiren, dann in dem nächstfolgenden Stock den Sortirsaal in Verbindung mit dem Schneideraume und die Fächer für die sortirten Hadern anzuordnen und darunter die Kocher, so daß die Hadern von hier direkt in die letzteren gelangen können. — Um einen bequemen Zulauf des fertigen Zeuges zu den Stoffbütten und von diesen zu den Papiermaschinen zu gewinnen, ist den Holländern eine höhere Lage als den Bütten und diesen eine höhere Lage als den Papiermaschinen zu geben. Diese Anordnung in einer Terrassenaufstellung macht ein Emporheben der gekochten Hadern zu den Holländern nothwendig, was bei der Wahl der obigen Gebäudeart in Betracht zu ziehen ist. — Sind die Gebäude einstöckig, d. h. liegen sie zur ebenen Erde, so gewähren sie den großen Vortheil, daß sie nach dem sogenannten Shedsystem mit Oberlicht versehen und demnach unbeschränkt in der Flächenausdehnung angelegt werden können, weil ein Lichtmangel hierbei nicht hinderlich ist. Außerdem wird bei diesem Systeme Anlage und Betrieb bedeutend einfacher, die Uebersichtlichkeit und Feuersicherheit so wesentlich erhöht, daß diese Vortheile (Platz genügend vorausgesetzt) die damit verbundenen Nachtheile, Heben der Hadern in den Kocher, beziehungsweise Holländer, um so weniger ins Gewicht fallen, als der Vertikaltransport der Hadern in die hochgelegenen Hadernmagazine aufhört und alle anderen Bewegungen in horizontalen Bahnen demnach mit sehr geringem Arbeitsaufwande vollzogen werden. Weitere Rücksicht bei der Wahl des einen oder des anderen Bausystems ist auf die Leitung des Wassers zu nehmen, welche im ersteren Falle unter bedeutend höherem Drucke zu stehen hat als im zweiten Falle, also einmal eines Hoch-, das andere Mal eines Niederreservoirs bedarf. Endlich ist bei diesem Systeme am einfachsten eine Abtrennung der Räume von einander und eine Verbindung derselben mit einander durch Schienengleise und gedeckte Gänge zu erreichen, während auch die Kraftübertragung durch Drahtseile außer- oder unterhalb der Gebäude durchaus keine Schwierigkeit darbietet.

II. Innere Anlage.

Die innere Anlage umfaßt in erster Linie die Aufstellung und Anordnung der verschiedenen Arbeitsmaschinen und Apparate, richtet sich demnach in Bezug hierauf nach der Auswahl und Zahl derselben und außerdem nach dem Grundsatze, diese gruppenweise aufzustellen, um die Arbeit ungestörter und die Uebersicht erfolgreicher zu gestalten. Daher stehen die Holländer im Holländersaale, die Kocher im Kochhause, die Papiermaschinen im Maschinensaale, die Kalander und Schneidemaschinen im Appretirsaale zusammen. Ferner kommt in Betracht: die Reinhaltung, Heizung und Beleuchtung.

Die Reinhaltung erstreckt sich nicht nur auf das Beseitigen jener Stoffe, welche beim Transportiren der verschiedenartigsten Materialien zu Boden fallen, diesen schnell verschmieren und durch Austrocknen Staub erzeugen, sondern insbesondere auch auf das Entfernen und Fernhalten von Staub, schädlichen Gasen (Chlor, Salzsäure, von den Kochern 2c.) und Wasserdämpfen, theils aus Gesundheitsrücksichten für das Gesammtpersonal, theils zur Verhütung schädigender Einflüsse auf die einzelnen Prozesse, Apparate, Maschinen, Gebäudetheile, Fabrikate 2c., durch Erzeugung von Niederschlägen, Rost, Vermoderung der Holztheile und dergleichen mehr. Sie bedarf ihrer vielseitigen Aufgabe wegen zur Durchführung sehr verschiedener Mittel und Einrichtungen, namentlich auch der richtigen Auswahl der zu den Gebäudetheilen benutzten Materialien insofern, als Holz so viel wie möglich vermieden, als Fußbodenmaterial undurchlässige Fliesen, Stein oder Asphalt gewählt werden soll, weil dann allein ein Abspülen mit Wasser ohne Nachtheil erfolgen kann. — Das wirksamste und daher wichtigste Mittel zum Reinhalten der Räume von Staub 2c. besteht, nebst dem Absperren der einzelnen Arbeitsräume von einander, in einer zweckentsprechenden, stetigen Erneuerung der Luft durch Ventilation, d. h. durch einen Austausch der Luft im Innern der Räume gegen die Außenluft. Das Maß dieses Wechsels ist sehr verschieden und bestimmt daher die Mittel und Einrichtungen. In Räumen, welche geräumig sind und wenig Verunreinigungen veranlassen, genügt oft der durch die Thüren und Fenster stattfindende Luftwechsel (z. B. im Papierpacksaal). In solchen Räumen jedoch, in welchen sich erheblichere Beimischungen bilden, muß die Lufterneuerung nicht dem Zufall überlassen bleiben, sondern regelmäßig herbeigeführt werden, was in zwei Graden zu erreichen ist. Der erste Grad besteht darin, daß man frische Luft durch eine Wand, mittelst eines am Fußboden nach außen führenden, hier mit Drahtgitter verschlossenen, im Innern etwa 1,75 bis 2,0 m hohen Rohres eintreten läßt, während an der gegenüberliegenden Wand ein Rohr oder Kamin angebracht ist, das am Fußboden eine Oeffnung vom Querschnitt des Zufuhrrohres und unter der Decke noch eine solche, aber nur $^1/_8$ so große Oeffnung besitzt. Je nach der Größe des zu lüftenden Raumes und der Temperatur der Außenluft wird die Zahl der Röhren vermehrt und für die Vorwärmung der Luft Sorge getroffen werden. Der zweite und höchste

Grad ist nur durch Anwendung mechanischer Hülfsmittel, d. h. mittelst Ventilatoren zweckmäßig zu erreichen, weshalb diese in den Räumen zum Sortiren und Schneiden der Hadern um so weniger fehlen sollten, als sie, oft in Verbindung mit den betreffenden Arbeitsmaschinen (S. 35 ꝛc., S. 51), zugleich den noch verwendbaren Staub sammeln. In den anderen Räumen, z. B. im Papiermaschinensaal, entfernen sie auch am sichersten die Wasserdämpfe, fördern das Trocknen (S. 358) und verhindern mit Sicherheit bei jeder Jahreszeit die Verdichtung der aufsteigenden Dämpfe zu herablaufenden Tropfen.

Die Heizung und damit unmittelbar zusammenhängend die Abkühlung der Arbeitsräume bezweckt die Erhaltung einer für die Arbeiter entsprechenden oder erträglichen Luftwärme durch Zuführung oder Abführung von Wärme und steht im letzteren Falle fast stets in unmittelbarem Zusammenhange mit der Ventilation. Da die Wärmezufuhr am einfachsten, reinlichsten und sichersten mittelst Wasserdampf erfolgt, so ist die sogenannte Dampfheizung die empfehlenswertheste, namentlich wenn Abdampf benutzt werden kann. Besondere Beachtung verdient hier passende Einschaltung sogenannter Heizkörper (mit Rippen versehener Hohlkörper) die von Dampf durchströmt werden.

Bezüglich der Beleuchtung ist die natürliche (Tages-) Beleuchtung von der künstlichen zu unterscheiden, indem die Quelle der ersteren außerhalb und die der zweiten innerhalb der Anlage vorhanden ist. Um die erste Quelle zu benutzen, dienen Fenster, die so angebracht werden müssen, daß sämmtliche Räume die zur Beaufsichtigung der Arbeiten und Beobachtung der Prozesse erforderliche, gleichmäßige Helligkeit, mit möglichster Vermeidung aller dunklen Ecken und Winkel, darbieten, ohne daß blendende Sonnenhelle dabei stört. Um das zu erreichen, sollen, wenn thunlich, Oberlichter angewendet werden, die zweckmäßig mit mattem Glase versehenen Fenster aber mindestens 1,75 bis 2 m hoch sein und wo möglich bis an die Decke reichen, da das von oben einfallende Licht das angenehmste ist. Namentlich gilt dies für den Bleichraum, weil das Licht den Bleichprozeß wesentlich fördert (S. 135). — Zum Zwecke künstlicher Beleuchtung kommen drei Lichtquellen in Betracht: Petroleumlampen, Leuchtgas und elektrisches Licht. Eine Vergleichung dieser drei Beleuchtungsmethoden ergiebt bei den zwei ersten neben der erheblichen Feuersgefahr eine sehr bemerkenswerthe Verunreinigung der Luft durch die Verbrennungsprodukte (Kohlensäure), während bei richtig gelegter Leitung das elektrische Licht bei Anwendung der Glühlichter neben der geringsten Feuersgefahr keine Verunreinigung der Luft zur Folge hat. Da dasselbe von jeder motorischen Kraft (Wasserkraft), ohne solche für die Gaserzeugung nothwendigen Apparate und umständliche Arbeiten hervorgebracht, beliebig vertheilt, sorgfältig von einer Stelle aus geregelt werden kann, so wird diese Lichtquelle wegen ihrer hervorragenden Eigenschaften zweifellos für die Papierfabrikation in Zukunft die Regel werden.

Von großer Wichtigkeit für den Betrieb ist die Auswahl und die Anlage der Krafttransmissionstheile. Im Allgemeinen mag dazu bemerkt werden, daß als Uebertragungsmittel auf größere Entfernungen Seile (Hanf- oder Drahtseile), auf geringere Entfernungen Riemen und nur für direkte Verbindungen Zahn- oder Reibungsräder am zweckmäßigsten sind, und daß bei der Anlage der

Transmission neben der richtigen Anordnung die sorgfältigste Ausführung allein gegen Betriebsstörungen genügenden Schutz in Aussicht stellt.

Je nach der Art des Bausystems sind Aufzüge für den Vertikal-, und Schienen mit Rollkörben und Rollwagen für den Horizontaltransport vorherrschend nothwendig. Um hierbei Umladungen möglichst zu vermeiden, sollen die Aufzüge so bemessen und in die Schienenwege eingefügt sein, daß dieselben Transportgefäße für die horizontale, als auch vertikale Förderung gleich brauchbar sind. Außerdem empfiehlt es sich, zum Heben die Anlage von Elevatoren ins Auge zu fassen.

Literatur.

Bolley, Handbuch der chemischen Technologie. Braunschweig.

Bourdilliat, die Entfärbung und das Bleichen der Hadern. Deutsch von Gräger. Weimar 1867.

Centralblatt für deutsche Papierfabrikation. Herausgegeben von A. Rudel. Dresden.

Davis. The manufacture of paper. London 1886.

Dingler's Polytechnisches Journal. Herausgegeben von Zeman. Augsburg.

Dippel, Grundzüge der allgemeinen Mikroskopie. Braunschweig 1885.

—, Das Mikroskop. Braunschweig 1882.

Dropisch, Handbuch der gesammten Papierfabrikation. Weimar 1881.

—, Die Papiermaschine. Braunschweig 1878.

—, Holzstoff und Holzzellulose. Weimar 1879.

Dunbar, The practical papermaker. Leith 1881.

Erfurt, Das Färben des Papierstoffes. Berlin 1881.

Exner, Die Tapeten- und Buntpapierindustrie. Weimar 1869.

Gentele, Lehrbuch der Farbenfabrikation. 2. Aufl. Braunschweig 1881.

Höhnel, Die Mikroskopie der technisch verwendeten Faserstoffe. Wien 1887.

Hoffmann, Handbuch der Papierfabrikation. Berlin 1875.

Hoyer, Das Papier, seine Beschaffenheit und deren Prüfung. München 1882.

Jagenberg, Die thierische Leimung für endloses Papier. Berlin 1878.

Müller, Die Fabrikation des Papiers. 4. Aufl. Berlin 1877.

Munsell, Chronology of the origin and progress of paper and papermaking. Albany 1876.

Muspratt's theoretische, praktische und analytische Chemie. 3. Aufl. Braunschweig.

Papierzeitung, Herausgegeben von K. Hoffmann. Berlin.

Patentschriften des kaiserlichen Patentamtes. Berlin.

Payen, La fabrication du papier et du carton. Paris 1881.

Prouteaux, Guide pratique de la fabrication du papier. Paris.

Wiesner, Technische Mikroskopie. Wien 1867.

Windler, Papierkenner. Dresden 1886.

Alphabetisches Inhaltsverzeichniß.

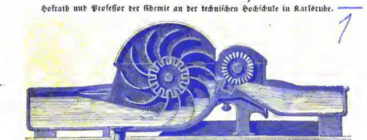
Bolley's Technologie. 41. (Bd. VI. 5. 1. 1.)

Handbuch
der
chemischen Technologie.

In Verbindung
mit mehren Gelehrten und Technikern bearbeitet, und herausgegeben von

Dr. P. A. Bolley,
weil. Professor der technischen Chemie am Schweizerischen Polytechnikum in Zürich.

Nach dem Tode des Herausgebers fortgesetzt
von
Dr. K. Birnbaum,
Hofrath und Professor der Chemie an der technischen Hochschule in Karlsruhe.



Acht Bände, die meisten in mehre Gruppen zerfallend.

Sechsten Bandes fünfte Gruppe, erste Abtheilung:

Die Fabrikation des Papiers.

Von Egbert Hoyer,
ord. Professor der mechanischen Technologie an der Königlich technischen Hochschule in München.

Mit zahlreichen eingedruckten Holzstichen.

Erste Lieferung.

Braunschweig,
Druck und Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn.
1886.

Ankündigung.

Dieses Werk hat seit Jahren die Thätigkeit des Herrn Herausgebers, der Herren Mitarbeiter und der Verlagshandlung lebhaft in Anspruch genommen. Es darf dem technischen Publikum nach Plan, Ausführung der Bearbeitung, Ausstattung und Preis empfohlen werden.

Es ist bei dem raschen Vorschreiten der chemischen Technologie ein entschiedenes Bedürfniß geworden, das zerstreute reichhaltige Material, welches die technische Literatur in den letzteren Jahren lieferte, zu sammeln, zu sichten und das Brauchbare übersichtlich zu ordnen. Nur der geringere Theil der Thatsachen, durch welche sich der Umschwung in den Gewerben kund giebt, findet sich ohne Entstellung in technischen Zeitschriften, und was verschwiegen, was zu viel gesagt ist, läßt sich nur durch eigene Beobachtung oder persönliche Beziehung zu kundigen Praktikern herausfinden.

Es stellt sich das vorliegende Werk folgende Aufgaben durch die angegebenen Mittel:

1. Klare und vollständige Darlegung des heutigen Zustandes sämmtlicher auf Chemie gegründeten Gewerbe;
2. Nur durch Theilung des umfangreichen Stoffes unter verschiedene Bearbeiter kann mit Zuversicht der Aufgabe genügt werden, sich der Praxis so nahe als möglich anzuschließen. Sämmtliche Mitarbeiter stehen der Materie der von ihnen übernommenen Abtheilungen des Werkes entweder durch Praxis oder specielle Beobachtung nahe;
3. Das Werk wird in acht Bänden, von denen die Mehrzahl in einzelne Gruppen zerfällt, erscheinen;
4. Diese Gruppen sollen, mindestens die größeren, für sich verkäuflich sein und so dem technischen Publikum das jede einzelne Industrie zunächst interessirende Material thunlichst leicht zugängig gemacht werden;
5. Die rasche Erscheinung ist durch das Zusammenwirken vieler und ausgezeichneter Kräfte gesichert.

Friedrich Vieweg und Sohn.

Bolley's Technologie. 42. (Bd. VI. 5. 1. 2.)

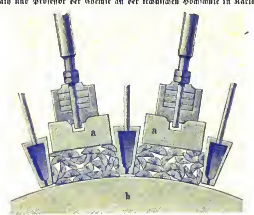
Handbuch
der
chemischen Technologie.

In Verbindung
mit mehren Gelehrten und Technikern bearbeitet, und herausgegeben von

Dr. P. A. Bolley,
weil. Professor der technischen Chemie am Schweizerischen Polytechnikum in Zürich.

Nach dem Tode des Herausgebers fortgesetzt
von

Dr. K. Birnbaum,
Hofrath und Professor der Chemie an der technischen Hochschule in Karlsruhe.



Acht Bände, die meisten in mehre Gruppen zerfallend.

Sechsten Bandes fünfte Gruppe, erste Abtheilung:

Die Fabrikation des Papiers.

Von Egbert Hoyer,
ord. Professor der mechanischen Technologie an der Königlich technischen Hochschule in München.

Mit zahlreichen eingedruckten Holzstichen.

Zweite Lieferung.

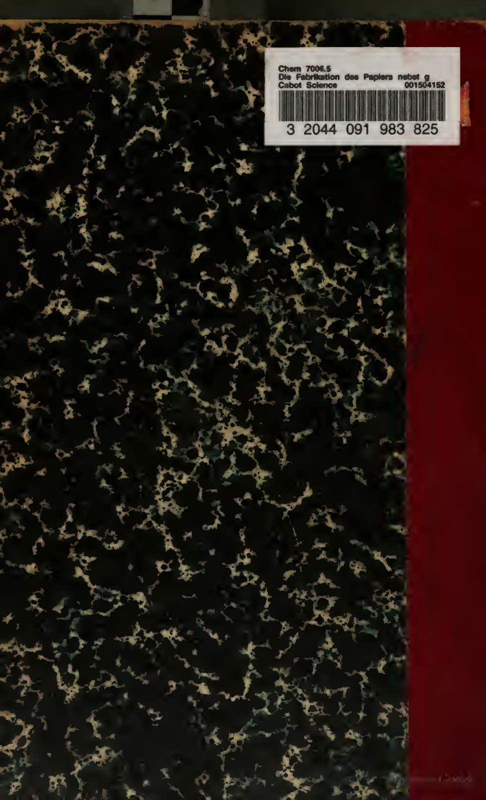
Braunschweig,
Druck und Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn.
1886.










Chem 7006.5
Die Fabrikation des Papiers nebst g
Cabot Science 001504152
3 2044 091 983 825